

チュニジア国
メジェルダ川総合流域水管理計画調査
事前調査報告書

平成19年2月
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

序 文

日本国政府は、チュニジア国政府の要請に基づき、同国メジェルダ川流域の洪水対策を中心とする総合流域水管理に係る調査を実施することを決定し、独立行政法人 国際協力機構がこの調査を実施することといたしました。

当機構は本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成 18 年 6 月 11 日から同年 7 月 11 日までの 31 日間に亘り、当機構 永田謙二 国際協力専門員を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

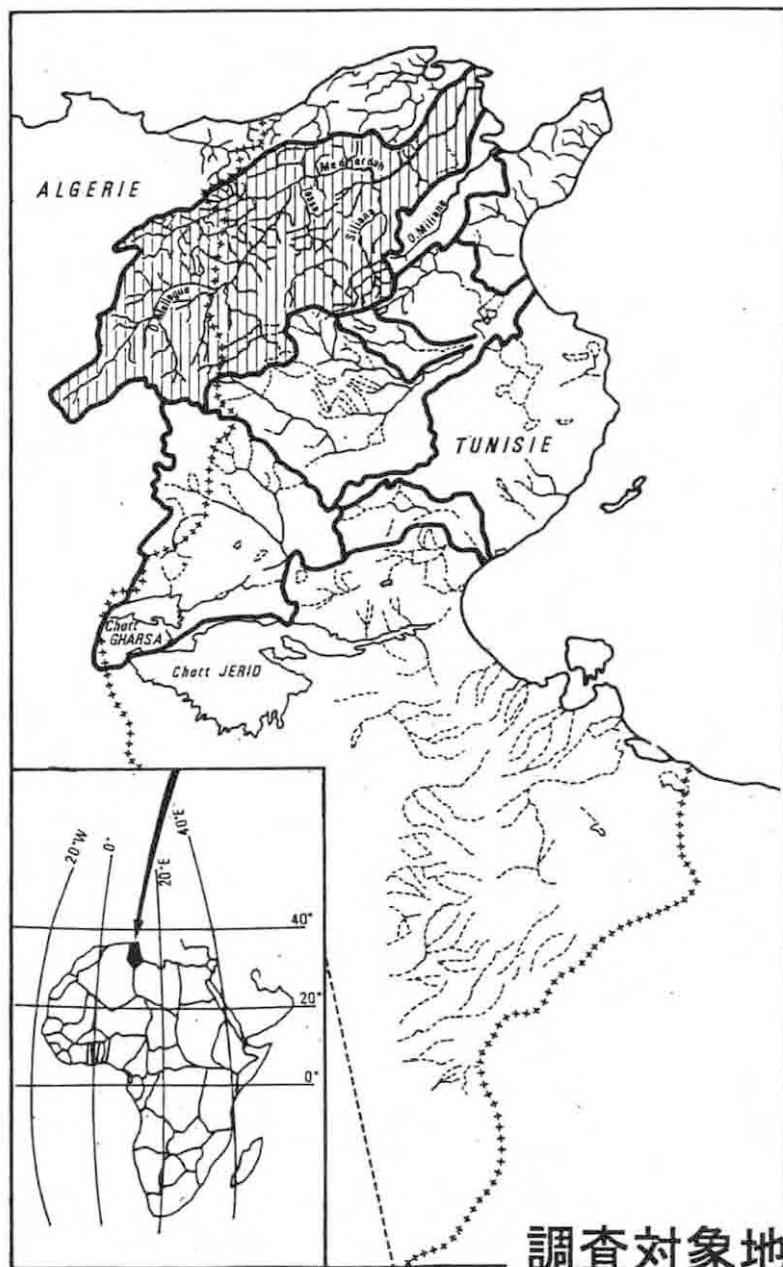
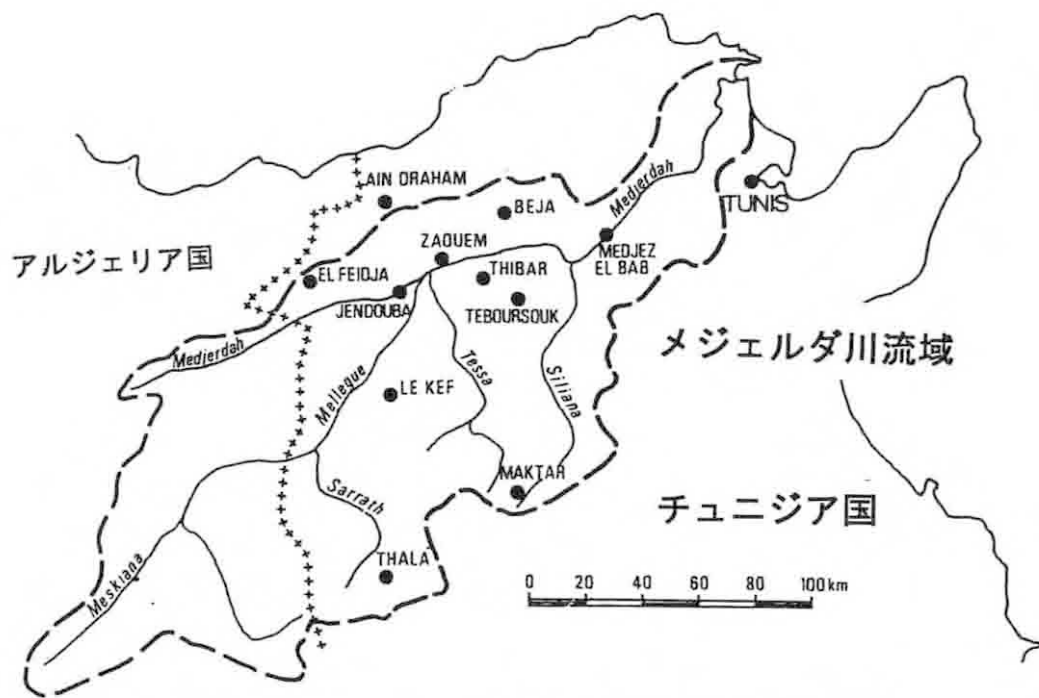
調査団は本件の背景を確認するとともに、チュニジア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関する協議議事録に署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 2 月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部長 伊藤 隆文



写真



1. 第1回 SW 協議



2. 第2回 SW 協議



3. MARH での技術協議



4. SW サイン



5. SW サイン終了



6. Sidi Salem ダム



7. Sidi Salem ダム貯水池



8. Mallegue ダム



9. Flow from Outlet, Mallegue ダム



10. Laarousia ダム



11. Ben Metir ダム



12. Bouheurtma ダム



13. Kaseb ダム



14. Sidi Salem ダム近くの Hill ダム



15. Sidi el Barrak ダム及び洪水吐



16. Sejname ダム



17. Mellegue 川(左)とメジェルダ川(右)合流点



18. Medjerda 川、Bou Salem 町の橋から



19. Bou Salem 測水所と橋(メジェルダ川)



20. Sidi Smail ポンプ場とメジェルダ川



21. El Herry 取水工とメジェルダ川



22. メジェルダ川 Slougua 測水所



23. Madjez el Bab 橋とメジェルダ川



24. El Battan 橋とメジェルダ川



25. メジェルダ川下流の Tobias 取水堰



26. Bigerle 橋(旧河道)



27. Laarousia ダムからの水路



28. ポンプ場とパイプライン(Sidi el Barrak ダム貯水池)



29. Sidi el Barrak ダム貯水池からのポンプ場とパイプライン



30. Sejname ダム近くのパイプライン



31. Bejaoua 水路



32. メジェルダ川と Bohertme 川合流点近くの氾濫マーク



33. Jendouba 町道路沿いの氾濫マーク



34. Bou Salem 町の排水路近くの氾濫マーク



35. Bou Salem 町商店の冠水位



36. Bach Hamba 村(下流側)の 2003 年洪水冠水位



37. Bou Salem 町の橋と流速計



38. 水質自動サンプリング容器(Bou Salem 町の橋梁地点)



39. Laarousia ダムのかんがい取水口



40. Ichekeul 湖の一部(涸れている部分)

目 次

序 文

調査対象地域位置図

現地調査写真

目 次

略語表

第1章 事前調査の概要

1 - 1	要請の背景	1
1 - 2	事前調査の目的	1
1 - 3	調査団の構成	1
1 - 4	調査の日程	2
1 - 5	主な協議概要	4
1 - 6	団長所感	7
1 - 7	流域総合管理団員所感	10

第2章 対象地域の概要

2 - 1	社会・経済状況概要	13
2 - 2	環境概要	14
2 - 3	河川・流域概要	17
2 - 4	気象・水文概要	21

第3章 洪水対策を含む水管理分野の現状と課題

3 - 1	水管理関連政策、法令、計画等	31
3 - 2	水管理関連組織	33
3 - 3	水需給状況	36
3 - 4	洪水被害及び対策	38
3 - 5	流域管理及び水資源開発・管理	47
3 - 6	水管理・河川関連施設	50
3 - 7	地域コミュニティと洪水	54
3 - 8	他ドナーの協力状況	55

第4章 環境予備調査の結果

4 - 1	環境社会配慮関連機関	67
-------	------------	----

4 - 2	環境法制度の現況	68
4 - 3	ダム、河川構造物等に対する住民の意識、土地所有、移転	70
4 - 4	貴重種、公園、少数民族、遺跡、文化財他	71
4 - 5	環境予備調査	73

第5章 アルジェリア国側のメジェルダ川流域

5 - 1	アルジェリア側の水管理関連情報	85
5 - 2	アルジェリア側の環境関連情報	87

第6章 本格調査への提言

6 - 1	調査の目的及び対象区域	91
6 - 2	調査対象項目・内容	91
6 - 3	調査報告書、調査工程、要員構成、及び実施体制	94
6 - 4	本格調査への提言・留意点	96
6 - 5	再委託調査業者に関する情報	102

付属資料

付属資料1	要請書	105
付属資料2	S/W	109
付属資料3	M/M	125
付属資料4	面談者リスト	137
付属資料5	質問書の回答	139
付属資料6	打ち合わせ議事録	167
付属資料7	収集資料リスト	189
付属資料8	事業事前評価表	195

略語表

AFD	French Development Agency
AfDB	African Development Bank
ANPE	National Environment Protection Agency
APAL	National Agency of Littoral Protection
BPEH	Bureau of Water Planning and Hydraulic Equilibriums
BOD	Biochemical Oxygen Demand
CITET	International Center of Environment Technology
CES	Conservation of Water and Soil
CNE	National Water Committee
CNEA	National Agricultural Study Center
COD	Chemical Oxygen Demand
C/P	Counterpart
CRDA	Regional Commissary of Agricultural Development (Regional District Department of MAERH)
DG/ACTA	General Direction of Development and Preservation of Agricultural Lands
DG/EQV	General Direction of Environmental Quality of Life
DG/BGTH	General Direction of Dams and Large Hydraulic Works
DG/CES	General Direction of Rural Engineering and Water Exploitation
DG/EDA	General Direction of Agricultural Studies and Development
DG/EQV	General Direction of Environment and Life Quality
DG/F	General Direction of Forest
DG/FIOP	General Direction of Financing, Investments and Professional Organism
DG/RE	General Direction of Water Resources
DHMPE	Direction of Hygiene and Environmental Protection
EU	European Commission
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
GEORE	Integrated Water Management in Tunisia (Project by GTZ)
GTZ	Office Allemand de la Cooperation Technique
GOT	Government of the Republic of Tunisia
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
INAT	National Institute of Agronomy
INM	National Institute of Meteorology

INS	National Statistic Institute
IRESA	Agricultural Research and Higher Education Institution
JBIC	Japan Bank of International Organization
JICA	Japan International Cooperation Agency
KfW	German Development Bank
MAERH	Ministry of Agriculture Environment and Hydraulic Resources
MARH	Ministry of Agriculture and Hydraulic Resources
MESD	Ministry of Environment and Sustainable Development
METAP	Mediterranean Environmental Technical Assistance Program
M/M	Minutes of Meeting
ONAS	National Service of Used Water Cleansing
ONTT	National Office of Tourism, Tunis
PISEU	Water Sector Investment Project
SAPROF	Special Assistance for Project Formation
SECADE NORD	Northern Water Canal and Conveyance Company
SONEDE	National Water Distribution Utility
S/W	Scope of Works
TD (DT)	Tunisian Dinar
UTAP	Tunisian Framers Association
WRM	Water Resources Management

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

チュニジア国では、1970年代から水資源開発計画に沿ってダム、水路等の建設が実施されてきた。2010年までに開発可能な水資源の95%が開発される計画となっており、2010年以降は水資源施設管理及び効率的・経済的水利用の推進が中心課題となっている。このように、これまでチュニジア国においては水資源確保に重点が置かれ、洪水対策は都市部に限定されてきた。

しかし、2003年9月からの降水による洪水では、チュニジア国最大の流域面積を持つメジェルダ川流域において長期間農地が冠水し、流域の主要都市メジェズエルバブ市、チュニス市で経済社会面でも大きな問題を引き起こした。特に前者においては洪水による経済的損害は農業生産活動だけではなく、学校、病院等の社会インフラへの被害も莫大なものと言われている。その一方で、2003年の洪水の前には4年に亘る旱魃によりチュニジア国は大打撃を被った。このため、旱魃に対処しつつも、氾濫、洪水を引き起こすチュニジア国最大の河川メジェルダ川の利水、治水両面での対策を検討する必要性が認められている。

以上のような状況に鑑み、チュニジア国政府はメジェルダ川流域において、洪水対策、土壌流出対策、環境保全なども考慮した水資源開発のマスタープラン策定の開発調査を日本政府に要請した。

1-2 事前調査の目的

本事前調査では、これまでの我が国の関連事業（円借款による水資源管理事業など）及び様々な他のドナーによる流域管理事業等を整理・分析した上で、チュニジア国カウンターパート（C/P）機関（農業・水資源省）と開発調査の枠組みに係る協議及び現地踏査を行い、開発調査実施の具体的方法につき検討する。チュニジア国政府と合意ができれば、実施細則 S/W（案）を添付した協議議事録換（M/M）に署名交換を行う。

1-3 調査団の構成

氏名	担当業務	所属	期間
永田 謙二	総括	国際協力機構 国際協力専門員	平成18年6月17日～6月30日
北牧 正之	総合流域管理	水資源機構 川上ダム建設所 工務課長	平成18年6月17日～6月30日
澤田 博美	協力企画	国際協力機構 地球環境部 第三グループ 水資源第一チーム 職員	平成18年6月17日～6月30日
岡田 弘	治水計画/ 流域管理	株式会社エヌジェーエスコンサルタンツ 技術本部 技術専門部長	平成18年6月11日～7月11日
中村 哲	環境・社会配慮	株式会社地球システム科学 海外コンサルタント事業部 技師長	平成18年6月11日～7月9日

1 - 4 調査の日程

調査は2006年6月11日より7月11日まで実施された。調査工程は次表の通りである。

月日		調査工程			
		永田、澤田	北牧	岡田	中村
6月11日	日			東京 1110 パリ 1640(JL405)	
6月12日	月			パリ 0830 チュニ ス 1100(AF1984)	
~				情報収集、現地踏査	
6月16日	金			情報収集、現地踏査	
6月17日	土	東京 1110 パリ 1640(JL405)		情報収集、現地踏査	東京 1110 パリ 1640(JL405)
6月18日	日	パリ 1235 チュニス 1505(AF2584)		情報収集、現地踏査	パリ 1235 チュニ ス 1505(AF2584)
6月19日	月	0830 JICA 事務所表敬 0930 農業・水資源省表敬、メジュールダ川説明、日程確認 1400 団内打ち合わせ 1500 JICA 事務所			
6月20日	火	0700 メジュールダ川流域現地踏査（上流）			
6月21日	水	0730 メジュールダ川流域現地踏査（中流） 1530 農業・水資源省で S/W、M/M 基本方針協議			
6月22日	木	0730 現地踏査（下流）			
6月23日	金	0900 農業・水資源省で S/W、M/M 案協議 チュニス 1910 アルジェ 1920(AH4001) JICA 専門家と打合せ	補足調査、資料収集		
6月24日	土	0900 アルジェリア外務省 0950 アルジェリア水資源省 水環境局 1100 アルジェリア National Agency for Hydraulic Resources 1430 アルジェリア環境省 1540 アルジェリア水資源省 Regional Direction Studies	補足調査、資料収集		

6月25日	日	1000 日本大使館報告 アルジェ 1450 チュニス 1700(TU707)	補足調査、資料収集	
6月26日	月	0900 S/W、M/M 案協議 1600 Institute for Agriculture Research and High Education		
6月27日	火	1200 農業・水資源省国際協力局、水資源局ヒアリング		
6月28日	水	0830 農業・水資源省にて S/W、M/M 署名 1000 Institute for National Agronomy Tunisia 1200 外務省報告 1430 JICA 事務所 1600 大使館報告		
6月29日	木	チュニス 1200 パリ 1435(AF1985) パリ 1905	補足調査、資料収集	
6月30日	金	東京 1355(JL406)	補足調査、資料収集	
~			補足調査、資料収集	
7月8日	土		チュニス 1320 アル ジェ 1340(TU706) JICA 専門家と打合せ 1530 アルジェリア外 務省	チュニス 1200 パ リ 1435(AF1985) パリ 1905
7月9日	日		0930 アルジェリア水 資源省 1030 アルジェリア環 境省 1530 アルジェリア National Agency for Hydraulic Resources	東 京 1355(JL406)
7月10日	月		1000 大使館報告 アルジェ 1410 パリ 1730(AF3549) パリ 1905	
7月11日	火		東京 1355(JL406)	

1 - 5 主な協議概要

(1) The title of the study

チュニジア側より「for」の代わりに「focused on」または「in consideration of」という2案が出された。日本側は変更に合意し、「focused on」の方を採用することとした。これに伴い、日本語タイトルも見直しを行った。

日本語タイトル： チュニジア国メジェルダ川総合流域水管理計画調査

英語タイトル : THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON
FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER IN THE REPUBLIC OF TUNISIA

(2) Study area

チュニジア側から、北部地域を考慮することが重要であり、Study Area については、“ The study area basically covers the whole area of the Mejerda River basin. The extreme north and Ichkeul should be taken into account for the consideration of water management ” としたい旨、意見があり、双方は合意した。

(3) Scope of the study

日本側から、洪水・氾濫解析には河川断面の測量データが必要で、それには測量断面間隔が短いことが望ましいという説明を行った。チュニジア側は、既存の測量データは部分的にあるが十分には使えず、下流区間については、農業・水資源省がこれから測量する予定であるので、日本側には Sidi Salem dam から上流区間の測量を実施してもらいたいという要請があった。これに対し、日本側は、農業・水資源省の測量仕様と調査結果の精度・信頼性の確認を踏まえたうえで、善処することとした。

チュニジア側から、「Phase2(2)の Planning Scale」の意味について質問が出され、同時に、Water risk management に対しての Planning も含めるべきであるという意見が出された。日本側は「Planning Scale とは、治水計画の対象規模を決めることである」と説明するとともに、“ Planning scale of flood control and water use risks ” と修正することで合意した。

チュニジア側から、「Study に使用したソフトウェアは調査終了後、チュニジア側に提供されるのか」との質問があり、「コンサルタント会社が独自に購入、開発したものは提供が難しいこと、現在チュニジア側が使用しているソフトと変換可能なソフトや定番のソフトを使用することが望ましいが、どのソフトを使うかはコンサルタントが検討することであること」等を説明した。チュニジア側から、「ソフトウェアを使ったプログラムは Project oriented application として、この Study のために開発・設計されることになるはずなので、そのソフトウェアはチュニジアに提供されるべきであり、同時に、調査団は C/P に対して、ソフトウェア及び開発された

プログラムの取り扱いに関して、トレーニングを行ない、使用できるようにすべきである」等の要望が出された。日本側は、すべての要望に応えるには難しい点があると説明し、そのような要望があったことを M/M に記載することで合意した。

チュニジア側から、「農業・水資源省が所有しているデータについては無償で提供するが、外部から購入が必要なデータについては、無償で提供できない。例えば気象データ等、日本側調査団が購入する必要のあるデータもある」ということが説明され、MM 案の表現を、“... all the available data in the ministry and assist the Study Team in the data collection out of the ministry” とすることで、双方は合意した。

(4) Technology transfer

日本側は、on the job training、日本での研修、セミナー等を通じて、技術移転を行うことを説明し、チュニジア側は了解した。

(5) Counterpart team

メンバーは以下のとおりである。

1) MAHR

- Department of Dam and Large Hydraulic Works
- Department of Water Resources
- Department of Land Management and Preservation
- Department of Agricultural Studies and Development
- Department of Forests

2) Other Ministries

- Ministry of Environment and Sustainable Development
- Ministry of Transportation (National Meteorology Institution: INM)
- Ministry of Equipment, Housing and Country Planning

3) Regional Offices of MAHR

- Bizerte
- Beja
- Jendouba
- Ariana
- Manouba
- Kasserine
- Le Kef
- Siliana

4) Universities

- High Institution for Rural Equipment Engineers (ESIER)
- National Agronomic Institute of Tunisia (INAT)

(6) Steering committee

メンバーは以下のとおりである。

1) MAHR

- Department of Dam and Large Hydraulic Works
- Department of International Cooperation
- Department of Water Resources
- Department of Agricultural Studies and Development

2) Ministry of Environment and Sustainable Development

3) Ministry of Equipment, Housing and Country Planning

4) Ministry of Foreign Affairs

(7) Environmental and social considerations

チュニジア側から、stakeholder については、日本側と協議の上で、農業・水資源省が決定するという説明がなされた。

日本側は、日本側調査団が EIA を実施するが、実施に際しては、TOR などチュニジア側と協議しながら進めること、日本側調査団の作成した EIA に基づいてチュニジア側が最終評価を行う必要があることを説明し、チュニジア側は了解した。

(8) Reports

すべての報告書について、印刷製本したものに加え、PDF ファイルを提供することで合意した。

チュニジア側から、すべての報告書について、英語版だけでなくフランス語版も作成してほしいという要望が出された。双方は、少なくとも Draft Final Report 及び Final Report についてはフランス語版を作成することで合意し、その他の報告書については、そのような要望があったことを M/M に書き残し、検討を継続することで合意した。

(9) Work Schedule

チュニジア側から、当初 18 ヶ月であった全体調査スケジュールに関し、DF/R から F/R までの期間を 1 ヶ月延長してほしいという要望が出され、19 ヶ月とすることで双方は合意した。

さらに、チュニジア側からフェーズ 1 を 11 ヶ月、フェーズ 2 を 12 ヶ月とし、全体調査期間を 23 ヶ月にするよう提案があった。双方は、そのような要望があったこ

とを M/M に書き残し、検討を継続することで合意した。

1 - 6 団長所感

(1) 本格調査実施の意義

世界でも最も水資源の乏しいチュニジア国にとっては、メジェルダ川および北部流域は国の生命線と言える程の重要性を有しており、両流域では高度な水利用が実施されている。メジェルダ川においては、水利用に関してこれほどの重要性を有しているが故に、水資源開発・利用の推進にやや偏重が見られた結果、近年(2000 年、2001 年、2003 年) 沿川の各地域で洪水被害が続発している。メジェルダ川の沿川は、上流から河口まで広大な農地が広がり、主に麦・オリーブが栽培され、一大農業生産地を形成しているとともに、沿川各地には中規模の町もあり、ひとたび洪水が発生すると、大きな被害を引き起こしている。

以上を考慮すると、メジェルダ川の総合水資源管理は、チュニジア国にとって国の将来を左右するとも言える極めて重要な課題である。メジェルダ川の総合水資源管理は、GTZ の援助を中心として GIS システムが整備されるなど、推進されてきているが、治水面の課題については未だまとまった調査がされておらず、抜本的な治水計画も存在しない。したがって、本調査である「治水を中心としたメジェルダ川総合流域管理計画調査」は、非常に重要であり、その成果はチュニジア国の総合水資源管理に極めて大きな貢献をなし、さらに、沿川住民の洪水に対する安全を確保する上で、必須の調査であると判断される。

(2) 本格調査で期待される成果

- 1) 降水量・河川流量等を含む流域の自然条件および社会条件が明らかにされ、チュニジア国におけるメジェルダ川の水利用の位置づけが明確にされるとともに、必要な治水安全度の目標が設定される。
- 2) 洪水氾濫の可能性のある地域が特定され、それらの地域の河道疎通能力が明らかにされるとともに、給水、発電および洪水調節のためのダム運用実績・方法が明らかにされる。
- 3) メジェルダ川流域における治水上の課題・問題点が明らかにされる。
- 4) メジェルダ川に求められる水利用を確保しつつ、洪水に対して安全な治水計画が立案される。治水計画は、以下のような治水対策を組み合わせ、様々な代替案を提案し、最適な組み合わせを計画する。
 - 土砂流出抑制などを含む流域対策
 - 既存・計画ダムによる洪水調節
 - 遊水池や洪水バイパス等大規模治水施設
 - 河道の疎通能力向上や側岸侵食防止等のための河道掘削・堤防・護岸などの地

先治水対策

- 洪水被害地域における社会の洪水防災力向上のための水防、予警報・避難、洪水情報伝達など
- 5) C/P 機関である農業水資源省における治水を中心とした総合水資源管理技術が向上する。
- 6) 国際河川メジェルダ川における望ましい流域管理の方向性が示され、総合水資源管理分野におけるチュニジア国およびアルジェリア国の協調が促進される。

(3) 本格調査実施上の留意点

- 1) ステアリングコミッティ、テクニカルコミッティ、カウンターパートの人員は調査開始時にしっかりと確認し、効果的な調査実施体制を確立すること。なお、C/P 機関は、JICA 調査団に対して C/P チームを構成する旨、M/M にて確認しているが、JICA 調査団の各人に対応する C/P 人材をアサインすることが困難である可能性もあり、各調査団員の調査実施および技術移転において、上記事項に十分配慮すること。
- 2) M/P 立案のためにはメジェルダ川およびその支川の流下能力を把握する必要がある。そのためには河川縦横断測量が必須であり、農業水資源省の既存測量資料および今後の測量計画を精査して、本調査に必要な河川測量を明確にし、洪水氾濫の可能性のある河川の流下能力を把握する必要がある。
- 3) 水資源管理に係わる自然条件・社会条件の把握に当たっては、過去に実施された調査・計画、特に GTZ による "Integrated Water Management in Tunisia" において相当量のデータの蓄積があると考えられ、これらを含む既存資料を効果的に活用していく必要がある。
- 4) メジェルダ川は、水資源開発・利用が高度に発達し、今後もさらに発達させる計画があるとともに、チュニジア国の水利用の相当部分を占める極めて重要な河川である。したがって、洪水対策の検討に当たっては、これら水利用の重要性を十分に認識しつつ治水計画とのバランスに十分配慮する必要がある。
- 5) メジェルダ川における治水計画は、様々な方式を組み合わせる様々な代替案計画が技術的に立案可能であると考えられる。これらの代替案の中から、技術的・経済的・財務的に有利で、自然・社会環境にやさしく、水利用に十分配慮した計画を選定していく必要がある。また、選定される計画は、政策的にも受け入れられる必要があるため、C/P 機関およびステアリングコミッティと十分に協議して決定していく必要がある。
- 6) メジェルダ川流域の流域管理、特にダムによる利水と洪水調節の運用において、GEOSS (全球観測システム) を利用することによって、水資源管理を効果的・効率的に実施できる可能性を持っていることから、積極的に GEOSS の適用可能性を検

討することが望ましい。本年(2006年)1月に東京大学の小池教授が、「GEOSS-based Water Resources Management System under Climate Change」と題して、日本 - チュニジア協力事業に関するワークショップを開催しており、ワークショップの結論として、「水に関する各機関が連携した委員会」を設立することとなった(確認は出来ていない)。したがって、本調査は、これら小池教授および上記委員会と密接な連携を結びつつ、メジェルダ川において GEOSS を適用した効率的な総合水資源管理を提案していくべきであろう。ただし、GEOSS により得られるデータの精度は十分に確認する必要がある。

(4) アルジェリア国における水資源分野技術協力の可能性

アルジェリア国側に位置するメジェルダ川流域における自然・社会環境および水資源管理状況の情報収集のため、アルジェリア国の外務省、水資源省、水資源機構および環境省を訪問した。これらの機関において、「チュニジア国メジェルダ川総合流域管理計画調査」の目的・内容を説明するとともに質問票を手渡し、メジェルダ川流域に関する情報提供をお願いした。

協議の中で、水資源省技術局と水資源機構総裁は、アルジェリア国における総合流域管理の重要性を強調し、JICA(または日本国)による総合水資源管理分野での技術協力を要請してきた。この要請はまだ具体的なものではないが、1)総合流域(水資源)管理に関する開発調査またはプロジェクトタイプ技術協力、2)総合流域(水資源)管理の長期/短期専門家派遣、3)総合水資源管理分野のワークショップ開催、などを期待しているものと判断される。すなわち、何らかの形で、アルジェリア国の自然・社会状況に合致した総合流域(水資源)管理に係わる技術の習得を目指しているものと判断される。

アルジェリア国における水資源管理状況を把握していない現状では、どのような技術援助をすべきか判断することは難しいが、メジェルダ川がチュニジア国とアルジェリア国にまたがる国際河川であることを勘案すると、本調査実施に際して、国際河川メジェルダ川の総合流域管理に係わるワークショップの両国における開催と望ましいメジェルダ川総合流域管理に関する宣言の採択などが可能であり、両国にとって総合流域管理の促進に非常に効果的であると判断される。なお、両国間には水資源及び環境に関する合同協議会(委員会)のような組織が形成されており、既に技術的な協議は1980年代から実施されており、両国間の水資源管理分野における協力関係は非常に良好である。

チュニジア国における本調査実施(または新たな案件形成調査)を通じて、アルジェリア国の総合流域(水資源)管理の状況を把握し、援助の必要性が確認できれば、シャトル型の短期専門家や長期専門化の派遣等も検討可能であると思われる。

1 - 7 流域総合管理団員所感

「今後の調査およびマスタープラン作成にあたって」

(1) 適切な目標設定(流量配分の決定)について

メジェルダ川の治水計画策定にあたり、既設ダムおよび計画中のダムの機能を最大限に活用し、河道の流下能力を適切に評価し、目標設定を行う必要がある。目標設定にあたっては、治水として優先的に守るべき箇所を精査し、マスタープランに反映させるべきである。マスタープランはあくまで目標であり、チュニジア政府の政策目標をどのように反映して設定するかが議論になるものとする。しかし、基本計画策定に当たっては、当面目標とすべき整備計画の作成を併せて行うことが望まれる。

(2) ダム運用について(利水も考慮した既設ダムの効率的運用)

1) 操作ルール(暫定操作の導入等)の検討

これまでの洪水データを解析することにより、より有効なダム操作を検討する必要がある。特に Mellegue ダム下流のボサレム町の区間やセディサレムダム下流地区の流下能力が低く、洪水時のダム操作にあたっては、当面は河道流下能力を配慮した暫定操作を導入する必要がある。

そもそもダムの洪水時の運用が明確でなく、治水容量を効果的に活用していない場合があると思われる。これまでのデータから、もっとも効果的な操作規則を作成する必要がある(さらに必要があれば、ダムのゲートについて最大放流量を絞るためのゲート枠を新規設置するなどの施設整備検討も要する)。

2) 利水容量の設定(洪水期制限水位の評価)

ダム水位運用にあたっては、洪水期の制限水位が、はっきり決められておらず、毎年関係機関が各ダムの状況等を総合的に勘案し決定させている。これについても利水安全度を評価し、期別の利水容量を精査するなどして、各ダムの水位運用を設定していく必要があるものとする。

3) 情報収集と事前放流操作の検討

事前放流操作にあたっては、気象予測、流量予測が必要であるが、Mellegue 川流域の上流部がほとんどアルジェリア側となっているなど、ダム操作にあたっての上流域の雨量・流量データが不足している。降雨予測の精度向上等と併せて、情報収集伝達システムの拡充が必要である。さらに、これまでのデータを解析し、各ダムでの事前放流操作を導入し、洪水調節容量を確保することの検討も必要である。

(3) 河川改修等について

河川改修について、ボサレム町及びセディサレム下流で堤防(計2kmほど)を築

堤しているが、現場事務所の判断により建設が決定されおり、水系全体としての計画に基づいているか不明である。また、設置された堤防はかなり脆弱に見え、侵食防止措置も必要である。なお、当面は部分的に氾濫を許容させるなど、遊水池機能を持たせる部分も必要ではないか。

さらに、河川沿川の土地利用等を確認したが、引堤が可能と思われる箇所もあり、河道掘削等とあわせて、河道受け持ち流量を確保することを目指すべきである。

第2章 対象地域の概要

2 - 1 社会・経済状況概要

チュニジア国は日本とほぼ同じ緯度に位置し、南北 800km、東西 250km、面積は日本の約半分の 16.4 万 km²である。2004 年における人口は 993 万人、人口増加率は 0.95%である。国土は自然条件と土地利用の形態から北部、中部、南部に分けられ、面積比率は北部 17%、中部 21%、南部 62%である。しかし、人口比率は面積とは大きく異なり、北部 49%、中部 36%、南部 15%となっている。人種はアラブ人が 98%を占め、それ以外にはいわゆるベルベル人が 1%、フランス人等その他が 1%である。宗教はイスラム教スンニ派が大多数を占める。公用語はアラビア語であるが、フランス語が広く通用している。GDP は 2000 ドルを超える中所得国家であり(2004 年 2,650US ドル)、義務教育就学率も 92%と高い。ただし、失業率が 15%前後で推移しており、今後改善されるべき問題である。

対象地域であるメジェルダ川流域は、チュニジア国の北部に位置している。チュニジア北部は、比較的多量の降雨があることから、古くから農業の営まれてきた地域である。この地域は、カルタゴの時代には、その豊かな農業生産物で有名であり、ローマ帝国の支配下にあった時代には、ローマの穀倉として位置づけられていた。気候は地中海性の冬雨地域であり、主として天水による秋まき小麦栽培が行われ、これは現代に至るも変化がない。

メジェルダ川は隣国アルジェリアとチュニジアにまたがる国際河川であり、全体流域面積は 23,700km²である。そのうち 16,100km²がチュニジア国内を流れており、流域は Tunis 首都圏 (Tunis, Ariana, Ben Arous, Manouba の 4 県) と Beja 県、Le Kef 県、Jendouba 県、Silia 県のほぼ全域、Zaghouan 県の最北部、Bizerte 県の最南部にまたがっている。各県の人口は下表に示したとおりであり、流域面積の大部分を占める北西地方 4 県には約 120 万人が、流域及び周辺地域全体では約 400 万人の人口が居住していることがわかる。

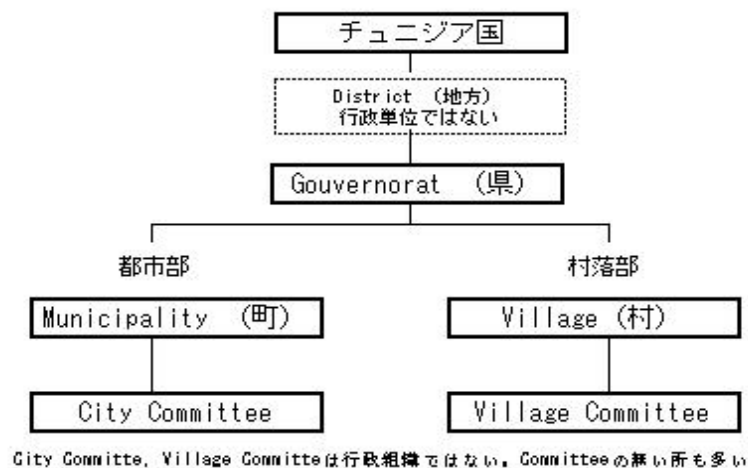
メジェルダ川流域及び周辺地域の人口

地方名	県名	人口(単位:千人)
Tunis 首都圏	Tunis	985.3
	Ariana	422.5
	Ben Arous	506.4
	Manouba	336.6
北西地方	Beja	305.0
	Jendouba	417.7
	Le Kef	259.5
	Silia	234.7

北東地方	Zaghouan	161.6
	Bizerte	525.2
合計		4,154.4

出典：Annuaire Statistique de la Tunisie No.47, 2004, Institut national de la Statistique

チュニジア国における行政単位は、国の下に Governorate (日本の県にあたる) がある。その下に都市部では Municipality (町) があり、さらにその下に City Committee とよばれる組織がある。村落部では Governorate の下の組織は確認していないが、町と同様に Village (村) と、その下位の Village Committee が存在するようである (今回は明確な回答は得ていない)。City Committee は行政単位ではなく、日本の町内会のような任意組織 (現地では NGO と説明している) である。その活動は、主として居住地域周辺の環境 (ゴミ、美観等) 改善にあてられているようである。なお、国と Governorate との間に、District とよばれる単位があるが、これは日本でいう「**地方」のようなもので、行政単位ではない。チュニジア国行政単位を下図に示す。



チュニジア国行政単位

2 - 2 環境概要

(1) チュニジア国の環境概要

チュニジアは、北部、特に沿岸地方はおおむね温暖な地中海性気候で、かなりはっきりした四季に恵まれている。夏 (6月～9月) はほとんど雨が降らず、乾燥した高温 (40 以上) の日が多いが湿度が低いのでしのぎやすい。冬 (12月～2月) は雨季で湿度が高く、強風の日には体感温度がかなり低く感じられる。首都チュニスの平均気温は1月で 10.3、8月で 27.5。中央部、南部は乾燥した砂漠性気候で寒暖の差が激しい。年間平均降雨量は北部で 800mm、中央部で 300mm、南部で 100mm 程度である。

対象地域の地形は、全体になだらかな丘陵地形が連続し、沖積平野の発達は河口部を除けば少ない。地質は大部分が中世代中期から新生代第三紀にかけての堆積岩を主体とし、谷部を新生代洪積世から沖積世の未固結の堆積物が覆っている。ただし、流域西部では比較的急峻な山地となり、古生代の堆積岩が分布している。鉱山は流域西南部及び西部に小規模な銅、亜鉛鉱山が分布する。

チュニジア国においては、9ヶ所の国立公園と14ヶ所の自然保護区がある。このうち、メジェルダ川流域に存在するのは、上流部のアルジェリア国境付近に、Feija国立公園があるのみである。Feija国立公園はJendouba県に位置し、1990年の公園指定で、面積は2,632haである。

チュニジアにおいては、首都チュニスの大気汚染、中部地方のガベス、スファックス、ガフサ等の産業都市の産業廃棄物汚染（リン鉱石を原料とする肥料工場、オリブ油の製造工場等）が深刻な問題となってきた。また、首都圏の工場排水、スースやジェルバ等の観光地の局所的な水質汚染等が見られる。チュニジアの環境行政は1991年の環境国土整備省の設立以降、短い期間に大幅な進展がみられたが、依然として未整備な分野が残っており、総合的な環境政策及び実施体制が確立されるまでに至っておらず、都市化・急速な経済開発の中で上に掲げたような様々な環境問題が生じつつある。加えて、チュニジアの森林面積は今世紀始めは125万haであったが、現在では84万haまで減少しており、土壌劣化や砂漠化の原因となっている。そのため、今後は、総合的な国家環境政策及び実施体制の確立とそのための投資増大が一層必要となっている。

水資源に関しては、その量もさることながら、水質も問題点が多い。特に塩分濃度に関しては、チュニジアの利用できる水資源のうち、50%は塩分濃度が1.5g/lを超えており、さらに30%以上は塩分濃度が4g/lを超えている。この傾向は特にメジェルダ川において顕著であり、これに対処し、塩分濃度の少ない北部河川の水を導水して混合することにより、メジェルダ川の水を飲用水として利用している。

メジェルダ川流域における水質モニタリングは、1989年より順次整備され、それらのデータはPRESIMEとよばれるデータベースに保管されている。メジェルダ川の水質は上記塩分濃度以外に、家庭排水、工場排水、農業排水で汚染が進行している。現在、チュニジアには65ヶ所の下水処理場があるが、そのうち21ヶ所はチュニジア国の基準を満足していないといわれている。ただ、今後は精力的に下水施設整備が進められる予定であり、その一環として、次節に述べる世界銀行のチュニス西部下水整備計画等がある。

(2) 環境分野の国際協力の状況

環地中海諸国における環境協力プロジェクトの代表的なものとして、METAP (Mediterranean Environmental Technical Assistance Program)がある。これは1990

年に設立されたもので、環地中海諸国の環境問題に対するマルチ援助プログラムである。主として、環境政策・基準の制定、水質保全、海岸保全、下水、廃棄物に焦点が当てられており、現在は、チュニジアを初めとする、東・南地中海諸国での活動が主体である。現在、チュニジアにおける水分野のプロジェクトとしては、水質のモニタリング体制の整備プロジェクトが環境省、農業省をパートナーとして実施されている。また、環境省に対して、EIA 制度運用等の能力強化プログラムが上記 METAP 及び GTZ 等の援助をもとに実施されている。

メジェルダ川流域においては、世界銀行のプロジェクトとして、チュニス西部における下水の整備計画プロジェクトが計画されている。これは 2006 年 7 月に承認されたもので、総予算は 66.8 百万ドル、5 年計画でチュニジア側パートナーは ONAS である。

また、日本の国際協力銀行の支援により、チュニジア北西部で森林整備のプロジェクトが実施されている。これは、森林資源の持続的利用及び地域住民の経済的・社会的な生活条件の向上、生態系保全、水土保全効果等を期待したものであり、(1)森林整備等（森林整備、森林生態系のリハビリ、水土保全）とそれに係るインフラ整備、(2)森林セクター開発促進（地域改善、調査、人材育成・森林管理）が実施されている。対象地域は Jendouba 県ウエドバルバラ地区、ベジャ県シディエルバラック・ネフザ地区、カスリーン県ウムジェドール地区、ケフ県ケフ南部地区の 4 地域であり、メジェルダ川上流域が対象地域に含まれている。チュニジア側パートナーは農業省森林局である。

また、ドイツ GTZ によって実施された GEORE プロジェクトの中には、Sidi Salem ダムの水質シミュレーションシステムが含まれている。これは、メジェルダ川流域の表流水の塩分濃度が非常に高く、飲用に適さないため、北部導水によってもたらされた塩分濃度の低い水とメジェルダ川の水を混合することにより飲用に適したものとなるようシミュレーションを行うものである。ここでは、水質に影響を与える要素として、メジェルダ川の流量、北部からの導水量、降雨量、蒸発散、貯水池内での攪拌、拡散が導入され、塩分濃度だけでなく、BOD, COD, O₂, P, N 等についてもシミュレーションが行われるようになっている。

(3) 現地踏査による流域の環境の特徴

今回の現地踏査ならびにインタビュー等の結果では、環境的観点からのメジェルダ川流域の特徴は次の 5 点である。

まず、大部分の地域で沖積平野は発達しておらず、台地～丘陵地形となっている。そのため、洪水の及ぶ範囲は比較的限定された地域に限られている。しかし、河口部ではやや広い沖積平野が広がっている。この沖積平野は、カルタゴ～ローマの時代には海であり、近代に至っても湿地帯であったと考えられている。

る。そのため、洪水の際にはこの沖積平野一帯は長期間の浸水が発生している。次に、なだらかな丘陵地形が連続し、急傾斜の山地は少ないことである。また、地形がなだらかであるため、ガリ・侵食はほとんど認められない。ただし、流域の最北西部、Jandouba 県の Kroumirie 地区は森林地帯となっているものの過剰伐採が行われ、土壌浸食が進行しているとのことである。

次に、全体に高度な土地利用が行われており、自然が残されている場所は極めて狭い地域に限られることである。対象地域内では広い森林地域は上述の Kroumirie 地区ならびに、最西部の Feija 国立公園地域に限られるようである。次に、メジェルダ川には多くの下水・農業排水が流入しており、水質は悪化していることである。これに対しては、World Bank の協力によって、流域の大規模な下水道整備計画が進行中である。また河川内の生態系保全に対する意識は極めて薄いことも特徴としてあげられる。各所でのインタビューの結果でも、生態系に配慮した河川流量の配分という概念は殆ど無いように見受けられた。最後に、河川と人間が隔てられており、漁業はおろか、アメニティとしての利用も少ないことである。メジェルダ川における漁業活動が低調であることは、水質が悪いために魚類の生息が少ないことに加え、チュニジア人が淡水魚を好まないこともあると考えられる。

2 - 3 河川・流域概要

(1) 河川・流域概要

メジェルダ川は、チュニジア国の北部に位置し、同国の最大で最重要河川である。首都チュニス、メジェルダ川の流域外であるが、下流域の流域界に接して位置している。また、メジェルダ川は国際河川であり、上流域はアルジェリア国側に位置する。全流域面積は、23,700 km² であり、そのうち、チュニジア国内が 68% で、16,100 km² となっている。概略的にいうと、流域全体の 1/3 がアルジェリア国側にある。

メジェルダ川の水系図及びダム及びメジェルダ川本川、支川、ダム、及び主要町村の位置関係略図を各々図 2-3-1 及び図 2-3-2 に示す。

メジェルダ川の第一の支川は Mellegue 川 (Mellegue) 川であり、合流点から上流の流域では本川より大きい。その他の支川は、相対的には小さい流域であるが、各々水源として重要河川である。メジェルダ流域の本川及び主要支川の流域面積及び平均流量 (1981 年水資源局作成資料) は、次のようになる。

メジェルダ川流域の本川及び支川の流域面積と流量

河川名 (Mejerda 川以外は支川)	流域面積 (km ²)	平均年間流量計 (10 ⁶ m ³)
Mellegue	10600	190

Tessa	2500	100
Bou Heurtma	390	135*
Kasseb	100	59*
Khalled	440	35
Siliana	2200	80
Mejerda (上流地点 Jendouba)	2400	215
Mejerda (中流地点)	16130	660
Mejerda (下流地点 Djedeida)	22100	960
Mejerda (河口)	23700	1000

注：上記の各河川(地点)の数字は、MARHの公式印刷物(河川地図)の表から転記したものであるが、比流量を比べると、最小0.018 m³/s/km²に対して最大0.59m³/s/km²となっており、差が大きい。特に*印をつけた支川で一桁大きくなっている。この理由は、オリジナルの記録をもとに検証しないと分からないが、ダム貯水の影響や各河川(地点)で使った記録期間の違いの影響が考えられる。

また、2006年4月にINATが作成したメジェルダ川の洪水調査報告書(注：借用を申し入れたが、現段階では渡せないと断られたので、その場で数ページをデジカメで撮影した)によると、次のようになっている。

メジェルダ川流域の本川及び支川の流域面積と2003年1月洪水流量

河川名(地点名)	流域面積 (km ²)	2003年1月洪水時 最大流量 (m ³ /s)	2003年1月洪水時 流量 (10 ⁶ m ³)
Mellegue (Barrage)	10300	300	210
Tessa (Sidi Medien)	1952	215	38
Bou Heurtma (Barrage)	390	452	200
Zarga (Aval confluence)	250	304	118
Beja (PR)	340	104	81
Mejerda (Ghardimaou)	1480	1090	197
Mejerda (Jendouba)	2420	1070	315
Mejerda (Bou Salem)	16330	1020	831
Mejerda (Sidi salem)	18250	1417	1130

メジェルダ川及びその流域の特徴は次のようになる。

A) 地形、土地利用

- ・ 全体としてはなだらかな丘陵地が広がっている。上流域のアルジェリア側の

地形は、メジェルダ川は比較的狭い急な山間部を流れ、Mellegue 川は、比較的広い山間部を流れている。チュニジア国側に入って、メジェルダ川は、盆地となっている比較的平坦な広い谷間を流れ、山間部からの Mellegue 川が南から合流する。盆地の区間を抜けた後は、中流部の山間の谷を流下して、Sidi Salem ダムに入る。この間の山は、なだらかである。Sidi Salem ダムの下流からは、さらに低くなだらかな丘陵区間を流れ、最下流区間の沖積平野に入る。

- ・ 上流から中流の山間部は、植林された山が多いが、山ろく部や谷間は農地として利用されている。中流から下流は土地利用が進んでいる。オリーブの他、りんご、西洋なし、オレンジなど各種の果樹、すいか、メロン、各種野菜、小麦などの穀物などが栽培されている。流域には、数万人程度と思われる町と小さな村落が点在している。(注：ここで、上流、中流というのは、メジェルダ本川のチュニジア国内での区間を大まかに3区分した場合である)

B) 河川平面、断面、及び勾配

- ・ 河道は蛇行が著しい。河口から本川のアルジェリア国国境までの直線距離は、180 km 程度であるが、MARH の資料によると国境までの河川延長は 312 km (Sidi Salem ダムの下流側が 145km、上流側が 167 km) である。上流側までの河川縦断測量は実施していないので地図上で測った距離の区間もあると思われる、実際の河川延長はさらに長い可能性がある。また、規模的な本流は、上流側は Mellegue 川でありさらに長い。チュニジア内でも、アルジェリア側でも、Mellegue 川の各区間延長は少なくとも 100 km はある。
- ・ 河川断面は、区間による変化が激しい。河川幅、断面形状は、区間によって大きく変わるので、平均的な断面を描くことは難しい。また、横断するダム、橋梁、取水堰などが、断面変化をさらに複雑化している。
- ・ 河川勾配は、測量が部分的な区間しか行われていないので、不明確であるが、全体としては、勾配の緩い河川である。Mellegue 川との合流点付近に位置する Jendouba 町の標高は約 140 m で、河口から約 240km なので、この間の平均勾配は、1700 分の 1 程度になる。Sidi Salem ダムから下流は、さらに緩勾配である。
- ・ 河川を流下する時間については、MARH で目安として算定している。例えばメジェルダ本川で、Ghardimaou 観測所から Sidi Salem ダムまでは 30~38 時間、Sidi Salem ダムから河口に近い Hir Tobias 観測所までは 32~42 時間と想定している。

C) 国際河川

- ・ 上流域(全体の約 1/3)がアルジェリア国側にある国際河川である。アルジェリア国側には、大型ダムは 1ヶ所のみ。

D) 河川構造物（注：具体的な説明は、3章参照）

- ・ 大小のダムが点在する。大規模既存ダムも8ヶ所（Laroussia ダムを含めると9ヶ所）がある。
- ・ 比較的大型のポンプ場（取水工）が数ヶ所あり、ほとんどに、河川を横断する固定堰が設置されている。
- ・ 歴史的な建造物となる2, 3ヶ所を含めて、多くの橋梁が架かっている。
- ・ 河川を横断するパイプも多いが、ほとんどが橋梁部に設置されている。
- ・ 堤防は、部分的な区間に数ヶ所ある程度。

E) その他（問題・課題）

- ・ 河道の通水能力の減少が著しい。特に、Sidi Salem ダムが1981年に建設されてから、同ダムの下流区間で河川断面縮小が進展しているという。しかし、Sidi Salem ダム上流側でも、縮小している。
- ・ 土地利用に関係するが、河川沿いの土地の農地としての開発が進んでいる。ダムの建設後、洪水に対して安全度が高まったと理解して移ってきた住民が多いとのこと。また、道路も新たに整備され、全体として資産価値が大幅に上がっている。従って、氾濫した場合の被害が増大することになる。
- ・ 植林や農地規制を進めているというが、植生のない土地や農地として利用されている斜面が広がっており、流域の土壌浸食は依然として進んでいるように見える。但し、踏査した範囲では植生のない斜面にもガリや崩壊地は見えなかった。
- ・ 河川での、舟運、漁業、行楽に関する利用はほとんどない。メジェルダ川の親水機能としての利用は全く見られない。

(2) 河川測量

メジェルダ川の河川測量の過去の実績及び今後の予定に関して入手した情報では、次のようになっている。

- ・ 1948年（1949年？）：5～6断面（中流域、古すぎて使えない、また正確な位置が分からない）
- ・ 1959年（1957年？）：Djebel Amal El Battan 間（ $H=1/100$, $L=1/1000$ ）、平均200m 間隔くらい。計300断面程度。
- ・ 1996年：Sidi Salem 川下流区間で、計約180断面。
- ・ 1999年、2000年：この年の測量結果もあるという話がでたことがあるが、具体的でなく、あっても部分的と思われる。
- ・ 2003年：洪水のあと、Sidi Salem ダムとラローシア間で INAT が148断面で実施。
- ・ 2004年：INAT が2003年測量と同じ断面で実施（但し、モニタリングのために

代表断面のみ、50 断面くらいという人がいた)

- ・ 2005 年：INAT が 2003 年測量と同じ断面で実施（但し、モニタリングのために代表断面のみ）
- ・ 2006 年測量（予定）：MARH が JICA 調査のために実施する予定の測量で、Sidi Salem ダム下流から河口まで、支川の下流区間と最下流の旧河道区間を含む見込みである。当初は、100～200 断面程度という説明があったが、その後 700 断面位（間隔 100～500m）になるかもしれないという話があった。具体的には、8 月までに測量計画と仕様を明確にして JICA へ提出することになっている。測量は、7 月から初め 9 月に完了予定。但し、成果品は 10 月末になる見込み。

なお、INAT 作成の測量データについては、デジタルデータ化されている。また、上記の情報に関しては、担当部署でも断片的な情報を提供しているので、2000 年以前の測量については、再確認が必要。

2 - 4 気象・水文概要

(1) 気象・水文観測所

データソースによって、観測所の数などには多少の違いがある。おそらく、新たな観測所を含んでいるかどうか、機能していない観測所をカウントしているかどうかなどによる影響と考える。いずれにせよ、メジェルダには、観測所はよく整備されており、気象・水文解析には十分なデータが入手できる。

DG/BGTH(MARH)からの情報

メジェルダ川流域には、現在 27 ヶ所の水位観測所がある。その内 6 ヶ所は、ダム地点である。また、メジェルダ本川には、Sidi Salem ダムと Laroussia ダム(取水堰)を含めて 13 ヶ所ある。すべての観測所が正常に機能しているかについては未確認であるが、少なくとも代表地点では、すべて継続的観測が行われている。80 年間の記録がある観測所もある。メジェルダ川流域の水位/流量観測所の位置略図を図 2-4-1 に示す。

DG/RE(MARH)からの情報

気象・水文観測の担当部局である DG/RE から入手したメジェルダ川流域の、水文（水位/流量/水質）観測所及び降雨観測所のリストを表 2-4-1 に、位置図を図 2-4-2 に示す。両者の番号は一致している。この表によると、水文観測所が 41 ヶ所、降雨観測所が 19 ヶ所となっている。現在機能していない観測所も、過去のある期間は観測しているので、観測所としてはリストにあげられているものと考えられる。なお、水文観測所でも、通常は降雨観測も行っている。

上記の図表で見るように、河川水位流量観測所は、多くの拠点で設置されている。今回その各々がどのような状況にあるのかについては把握する時間がなかったが、一部を見た範囲では、観測、記録、伝達、整理のシステムが比較的良好に出来ているように思えた。

水位・流量に関するデータ・情報は、水資源局（DG/RE(MARH)）が、アニュアルレポート（9月から8月が水文年度）を作成しており、詳細データも別途入手できる。

（2）気象概要

気温は、年間平均すると20前後であり、12月1月ごろが最低であるが、平均では10を下回らない。7月8月が最高で平均気温は25を超え、日中は最高40を上回る日も少なくない。しかし、日本と比べれば乾燥しているので、日射は強いが暑さは気温ほど厳しくはない。降雨量では、地中海に面した北端では、年間1,000mm程度になるが、メジェルダ川流域では、400mm～600mm程度である。一般に6月～8月の雨量は少なく、年間の5%以下である。10月から1、2月までが比較的雨の量が多い時期である。

チュニジア国の各種データは、北部、中部、南部に分けられて整理されることが一般的であり、メジェルダ川流域が位置する北部（西部と東部に区分）の年間雨量記録（mm）は次のようになっている。

メジェルダ流域が位置する北部（西部と東部に区分）の年間雨量記録（mm）

地域	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	平均
北西部	367	404	791	440	740	691	447	556	448	543
北東部	309	342	795	319	546	525	459	423	324	495
国平均	197	151	458	178	278	273	208	158	158	238

また、水管理区域区分の一つとして、特に北部を細分化（メジェルダ川流域は1区域）して全国を6地域に分けている。この区分での年間降雨総量（M m³）は次のようになっている。

チュニジア国の地域別（北部は小区分）の年間雨量記録（M m³）

地域	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	平均*
極北部	380	275	595	220	750	750	324	688	220	585

イカル	39	200	385	93	440	440	100	365	64	375
メジェルダ	230	674	1260	340	895	900	718	693	574	1000
カボン	87	37	340	22	205	360	179	110	38	230
中部サハ	37	320	345	58	205	131	103	108	128	320
南部	7	57	235	55	120	44	58	58	132	190
国全体	780	1563	3160	788	2615	2625	1482	2022	1156	2700

*: 1991-1992 から 2001-2002 までの 11 年間平均

過去に特に渇水年（期間）だったといわれているのは、1987 年～1989 年、2001 年～2003 年（1 月洪水前まで）である。

雨量に関するデータ・情報は、水資源局（DG/RE(MARH)）が、アニュアルレポート（9 月から 8 月が水文年度）を作成しており、詳細データも別途入手できる。また、気象局（INM）からも入手できるが、有料での購入となる。

（3）河川流量

チュニジア国では、河川流量は、毎秒何 m³ というより、ボリュームをベースに整理するケースが多い、渇水対策を重点においた開発と管理だからである。ダム地点での流入量はよく整理されている。DG/BGTH から入手した最新データから下記を整理した。

メジェルダ川流域のダム地点での流量及び堆積土砂

ダム地点	河川名	流域面積 (km ²)	年間平均流 量 (m ³ /s)	年間最小流 量 (m ³ /s)	年平均堆積土 砂量 (M m ³)
Mellegue	Mellegue	10300	173.8	36.82	3.25
Ben Metir	Ellil	103	43.77	3.73	0.14
Kasseb	Kasseb	101	37.00	7.84	0.20
Bou Heurtma	Bou Heurtma	390	73.01	9.39	0.12
Sidi Salem	Mejerda	7950*	444.76	94.29	6.34
Siliana	Siliana	1040	57.98	3.67	1.06
Lakhmess	Lakhmess	127	12.07	0.89	0.03
RMil	RMil	232	5.50	--	--

注：流量の期間は、各ダムで記録がある期間（建設後）と思われる。

*：アルジェリア国側を除いた数字と思われる。

洪水は、渇水問題と比べて深刻な問題とはなっていない。1973 年に流域の各所で

氾濫する大洪水があったが、その後は部分的な氾濫で被害は小さかった。しかし、2000年のJendouba町周辺での氾濫と、2003年の大規模洪水による広範囲の氾濫があった。また、2004年及び2005年にも下流域で部分的な氾濫が生じている。洪水流量データ及び洪水の状況については、2-3の(1)及び3章に示してあるので、ここでは省略する。

MARHでは、メジェルダ川の拠点での危険水位を設定している。警戒水位を超えた場合は、直ちに関係者の協議によって、警報が出される。各拠点での警戒水位時の対象流量及び実際に氾濫する場合の流量を下表に示す。危険水位は、標高でなく各観測所の量水票の高さになっているので省略するが、危険水位と氾濫水位との差は、0.5~1.5m程度である。危険水位は一つレベルのみで、段階的な決め方はしていない。

メジェルダ川の拠点で設定された危険水位の流量

地点名	危険水位の流量(m ³ /s)	氾濫水位の流量(m ³ /s)
Ghardimaou	226	--
Jendouba	227	400
Bou salem	403	731
Lachers-S/Salem	150	200
Slougia	202	273
Mjez (Pgp5)	149	200
Mjez Pt And	149	200
El Herri	150	212
Borj toun	150	212
Jdeida GP7	211	272
Pt GP8e	140	266
Hir Tobias	140	266

なお、危険水位と流量は、河道の変動などによって、必要に応じて再検討され修正される。

(4) 水質

チュニジアでは、水資源は量的な問題と共に、水質についても重大な問題と捉えている。水質モニタリングは、河川とダムの水質観測所の多くで実施されているとのこと。特に、Salinityは深刻な問題で、メジェルダ川の南部は、濃度が高く、そのままであると、飲料水はもちろん、灌漑にも不適な場合がある。一方北部の水源
































の濃度は比較的低い。従って、両者を混合することによって、使用可能な濃度に調整している。MARH では、利用可能な Salinity を、飲料水で、1.0 g/l 以下、灌漑用水で 2.0 g/l 以下を目安としている。参考として、SAPROF (Oct. 2003) 報告書にあった、水収支計算で使用したデータを示しておく。

ダム貯水池での塩分濃度 (g/l) 月別変化

ダム	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Kasseb & Ben Met ir	0.30	0.32	0.31	0.31	0.30	0.28	0.30	0.33	0.31	0.26	0.31	0.29
北部ダム	0.53	0.47	0.55	0.52	0.49	0.52	0.54	0.57	0.54	0.50	0.59	0.50
Sidi salem	2.55	2.80	2.11	2.20	2.00	1.75	1.82	1.92	1.90	1.55	1.93	2.33

MARH が北部でのダムを優先的に開発している理由は、単に貯水に有利なダムサイトがあるということの他に、良好な水質を求めているためである。

表 2-4-1 メジェルダ流域水位／流量観測所及び雨量観測所リスト
(DG/RE (MARH) からの情報)

N°	Stations hydrométriques ou hydropluviométriques		
	Oued-Station (Gouvernorat)		
1	Haidra-S.AEK (Kef)		
2	Sarrat - Pt route (Kef)		
3	Mellègue- K13 (Kef)		
4	Oued Rmel- pont route (Kef)		
5	Mejerda- Ghardimaou (Jendouba)		
6	Rarai- plaine (Jendouba)		
7	Oued Mliz-Pont GP6 (Jendouba)		
8	Tessa---Sersville (Kef)		
9	Tessa-Sidi Medien (Kef)		
10	Mellègue PontGP17 (Jendouba)		
11	Tessa – plaine Sidi Abid (Jendouba)		
12	Oussafa – entrée plaine siliana (Siliana)		
13	Siliana—Robaa (région Siliana)		
14	Mejerda-Jendouba (Jendouba)		
15	Mejerda- Bousalem (Jendouba)		
16	Béja – Béja (Béja)		
17	Zergua-confluent (Béja)		
18	Khalled – aval (Béja)		
19	Siliana- Laouej (Béja)		
20	Siliana- Testour (Béja)		
21	Mejerda -Slouguia (Béja)		
22	Mejerda – Pont Mouradi (Béja)		
23	Mejerda – Pont GP5 (Béja)		
24	Lahmar-pontGP5 (Béja)		
25	Mejerda-El Herri (Béja)		
26	Mejerda- Borj Toumi (Manouba)		
27	Mejerda- Bg Laroussia aval (Manouba)		
28	Mejerda- Jedeida (Manouba)		
29	Chalrou-GP5 (Manouba)		
30	Pont de Bizerte (Ariana)		
31	Tobias (Ariana)		


N°	Barrages	S.BV (km ²)
32	Barrage Mellègue (Kef)	10300
33	Barrage Sidi Salem (Béja)	(7950) 18250
34	Barrage Bni Mtir (Jendouba)	103
35	Barrage Bouhertma (Jendouba)	390
36	Barrage Kasseb Jendouba	100-
37	Barrage Souani (Kef)	
38	Barrage Siliana (Siliana)	1040
39	Barrage Lakhmès (Siliana)	127
40	Barrage Rmil (Siliana)	232
41	Bg Laroussia (Manouba)	-

水位/流量観測所

雨量観測所

N°	Stations pluviométriques
1	Kalaa Senan (Kef)
2	Sakiet S/Youssef (Kef)
3	Mellègue K13 (Kef)
4	Zouarine (Kef)
5	Sers (Kef)
6	Kef (Kef)
7	Fernana (Jendouba)
8	Jendouba (Jendouba)
9	Siliana (Siliana)
10	Maktar (Siliana)
11	Krib (Siliana)
12	Béja (Béja)
13	Teboursouk (Béja)
14	Testour (Béja)
15	Goubelat (Béja)
16	Mornaguia (Manouba)
17	Tebourba (Manouba)
18	Sidi Thabet d'Ariana)
19	Kalaat Andalous (Ariana)

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL
BUREAU DE L'INVENTAIRE ET DES RECHERCHES HYDROLOGIQUES



RESEAU HYDROGRAPHIQUE



図 2-3-1 メジェルダ川水系図

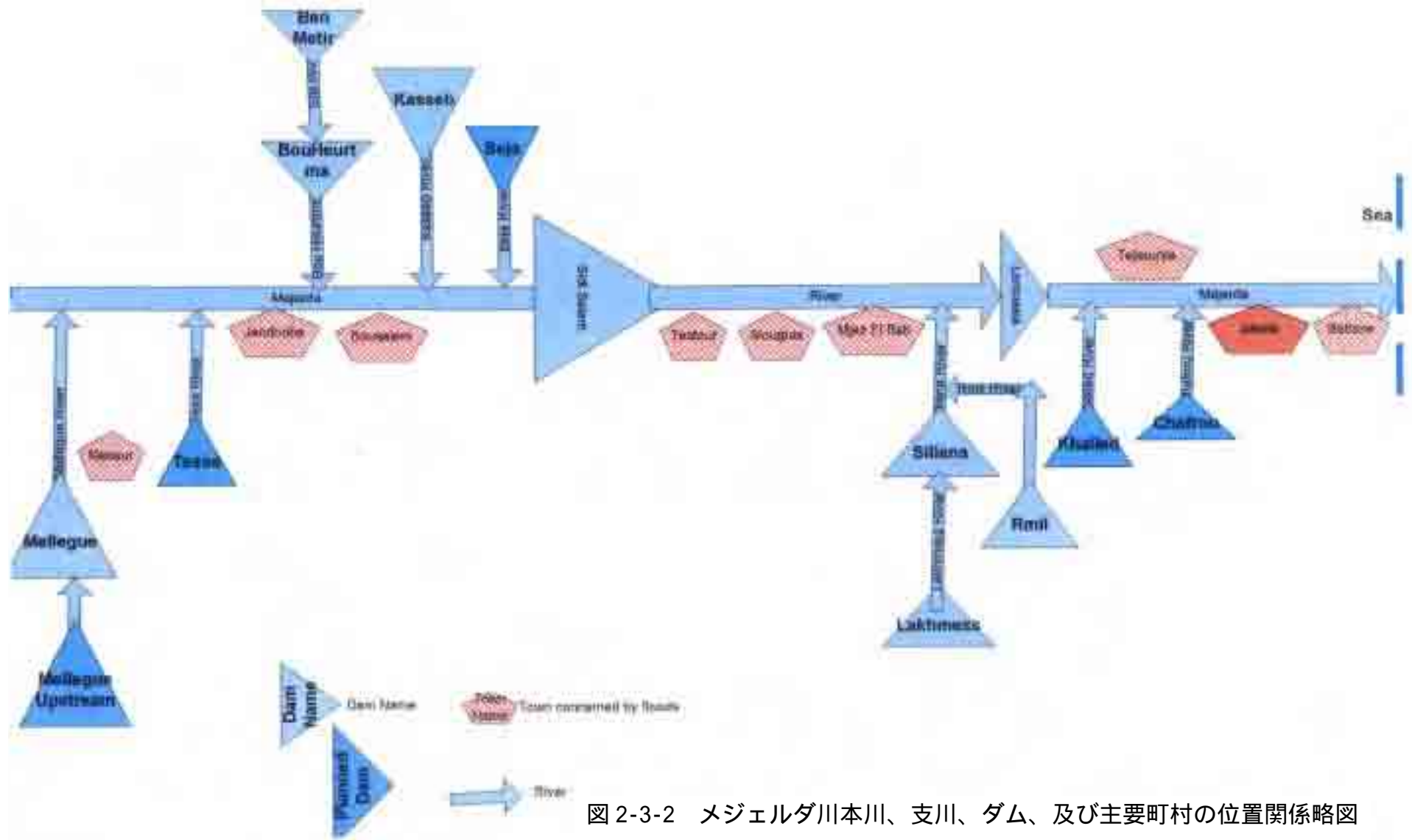


図 2-3-2 メジェルダ川本川、支川、ダム、及び主要町村の位置関係略図

La Mejerda et ses principaux affluents

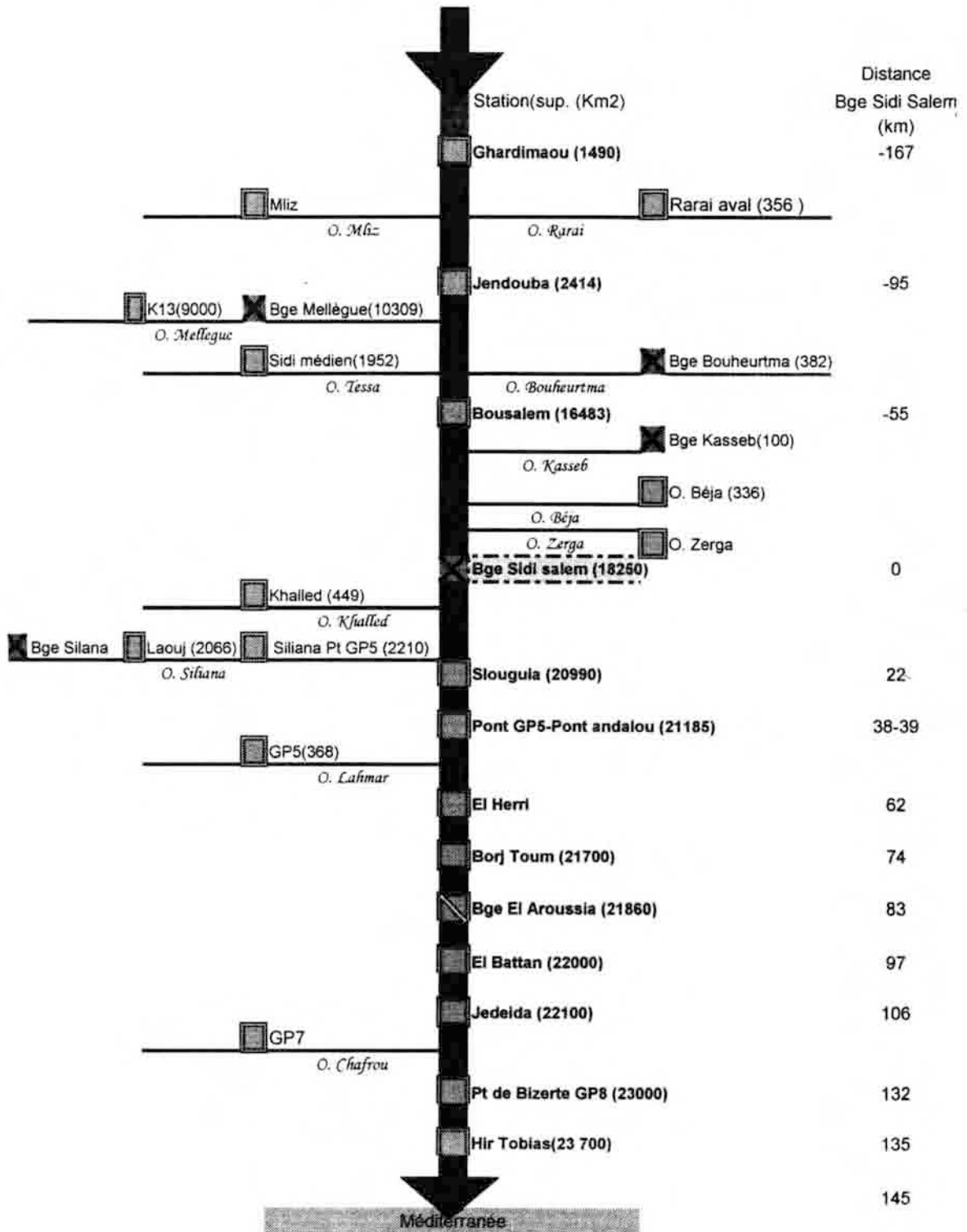


図 2-4-1 メジェルダ流域水位／流量観測所の位置略図 (DG/BGTH(MARH)からの情報)



図 2-4-2 メジェルダ流域水位 / 流量観測所の位置図 (DG/RE(MARH)からの情報)

第3章 洪水対策を含む水管理分野の現状と課題

3 - 1 水管理関連政策、法令、計画等

(1) 水管理関連政策、法令

水資源管理に関しては、MARH-DG/BGTH が作成した IWRM (Integrated Water Resources Management) が基本的な政策となる。その中で、DG/BGTH から、次の4つのポイントが重要であるという説明があった。

- ・ 異常渇水など、Extreme Case に対応すること。
- ・ 水管理の合理化を図ること。
- ・ 大中のダムを連結して有効活用すること。
- ・ 水資源の持続的な開発・管理及び農業用水の利用効率化を図る。

水資源管理については、渇水時への対策を主目的にしている。また、DG/BGTH から、留意すべきポイントとして、洪水を（そのまま）海に流さないような防御策が必要という捕捉説明があった。

水資源管理に関する代表的な法令としては、MARH が管理責任を持つ Water Code がある。1975 年に策定され、2001 年 11 月の改定版が最新である。国として、水の需要供給を管理して、国の持続的な経済発展に寄与すること、また水に関する問題には、最優先で取り組み水利用の効率化を図ることが求められている。例を示すと次のような内容が含まれている。

- ・ 飲み水の確保が最優先。
- ・ 灌漑技術の適用によって、灌漑用水の節約に貢献できた場合は、投資額に応じて、40～60% 支援する。
- ・ 2010 年までに灌漑用水の節約を 25 % (1994 年 ? に対して) とすることを目標。
- ・ 表流水も地下水も公共の資産である。
- ・ 公平な供給に配慮。
- ・ 社会経済の利益と持続的環境保全に妥当なものとする。
- ・ 下水の再利用について、利用してよい作物をリストアップしている。
- ・ 農民組合の役割と権利について。
- ・ 罰則規定もある。

その他、関連法令として、Water and Soil Conservation Code 及び Forest Code がある。

(2) 水管理関連計画

なお、具体的な水資源開発・管理計画として、次のような基本計画があり、それに沿って実施している。

EAU 2000

当初は 2000 年を目標年次とした水資源開発計画である。限りある水資源を有効に貯留し配分するための構造物を設置することが主目的である。1990 年以降実施されてきたが、現在 2010 年を目標達成年度としている。施設建設が完了すると、開発可能水資源量の 95% が利用可能になる見込みである。

EAU XXI

2030 年を目標年次とした、長期的水資源政策計画であり、1998 年に策定された。2010 年以降は、更なる開発可能水源は残されていないので、2010 年までに開発された水資源の有効利用と施設の適切な管理を重点とする。再生処理水の利用拡大も含まれている。現在は、さらに 2050 年を目標とした水資源管理政策・計画の検討段階にある。

北部導水マスタープラン

北部導水マスタープランは、北部地域と沿岸地域の上水と灌漑計画への水供給を目的として 1975 年に作成されたものが、その後何度かアップデートされている。チュニジアの水資源開発管理で最も重要なプロジェクトで、メジェルダ流域の開発も北部導水計画も、このマスタープランに沿って実施されてきている。この計画実施には、JBIC も協力しており、1990 年代後半の円借款に引き続いて、2006 年にも導水管増設のプロジェクトに対する借款が合意された。このプロジェクトのために 2003 年に作成された SAPROF Study の報告書 (JBIC Special Assistance for Project Formation for Water Resources Development Project in Northern Tunisia(II)) は、比較的最近の調査であり参照すべきである。

GEORE (Gestion Optimale des Ressources en Eau, by GTZ)

チュニジア国全体の総合水管理プロジェクトで農業水資源省がカウンターパート機関、1995 年から 2004 年の 10 年間で実施したものである。このプロジェクトの報告書は、本件調査で参考とすべき内容を含み、このプロジェクトで構築されたデータベースも利用することになる。全国を対象としているが、特にメジェルダ川流域は重点区域であり、Sidi Salem ダムについて注目した解析をしている。次のような内容が含まれている。

- ・ 長期的な水収支を分析し、データバンクを作成し、水収支モデルを構築し、

安定供給のための対策を提案している。

- ・ 長期的な水管理のための短期的な水管理（1週間単位）のためのモデルを構築している。
- ・ 水質管理（水温、塩分濃度、COD、BOD など）のために、コンピュータによる貯水池でのシミュレーションモデルを構築している。
- ・ メジェルダ川の水質及び水量の両者を管理するためのシミュレーションモデルを構築している。
- ・ リアルタイムで管理するために、水量と水質のデータバンクを構築している。

なお、MARH の本件調査の主たるカウンターパートとなることが予定されている部長は、この GEORE プロジェクトに継続して参加してきたので、このプロジェクトで得た情報と知識を有効活用している。

また、上記以外で水資源開発管理関連の調査/計画には次のようなものがある。

- ・ Guide plan of WRM on line
- ・ COB Study
- ・ Water quality and canal transfer from Aroussia to Bejaoua-AHT
- ・ Water resources management downstream Sidi Salem dam (under preparation with ISL AIAA Consulting office)
- ・ Study concerning the different alternatives to find a storage site upstream Sidi Salem to manage floods (under preparation-tender call stage)
- ・ 10th Economic Second Policy for Water Mobilization
- ・ Specific Preliminary Studies for Dams (Tessa, Beja, Khaled, Chafrou, etc.)

注：上記は DG/BGTH から、参考として示された調査・計画のリストであり、調査年、実施機関などの詳細は得られなかった。

3 - 2 水管理関連組織

(1) MARH (農業・水資源省)

水管理関連組織としての代表は、農業水資源省 (MARH) である。2, 3 年前までは、MAERH (農業・環境・水資源省) であったが、環境部門は環境省として独立した。MARH の組織図を図 3-2-1 に示す。

但し、この組織図には、大臣と次官 (Secretary) 直属の各部局とは別にある 7 つの担当オフィスが省略されている。MARH 作成の組織図を 2,3 見たが、そこにも示されていない。各オフィスの責任者は、局長と同レベル以上の扱いになっている

が、各々スタッフ(部下)がいないか、いたとしても1, 2名という存在のため、実務的な作業がほとんどない省の顧問のためとオフィスであると思われる。7つの担当オフィスは次のとおりである。

国際協力担当オフィス

水資源計画及び水収支オフィス：水資源計画の調整を担当

農作物輸出支援オフィス

農村女性支援オフィス

大規模公共市場フォローアップオフィス

農地再構築オフィス

委員会の決定事項のフォローアップ及び省内調整オフィス

これらのうち、及びのオフィスが、本件調査に係わるものであり、本事前調査においても、協議を行ったオフィスである。

また、24の地方事務所があるが、北部地区は11事務所(Kasserine, Le Kef, Jendouba, Beja, Siliana, Manouba, Zaghouan, Ariana, Bizerte, Tunis, Ben Arous)になるが、本件調査で主要なのは、大部分がメジェルダ流域に位置する8事務所(Le Kef, Jendouba, Beja, Siliana, Manouba, Ariana, Bizerte, Kasserine)である。

この組織図にある部局の中で、本件調査に係わると思われるのが次の6局(日本名は仮訳)である。各部局の人数は、部局によって異なりまた雇用形態がいくつかあるとのことであるが、常駐の正職員で、数十名規模である。

DG/BGTH (General Direction of Dams and Large Hydraulic Works) : ダム及び大規模水利施設局

DG/RE (General Direction of Water Resources) : 水資源局

DG/CES (General Direction of Rural Engineering and Water Exploitation) : 村落給水調査局

DG/ACTA (General Direction of Development and Preservation of Agricultural Lands) : 農地保全局

DG/F (General Direction of Forests) : 森林局

DG/FIOP (General Direction of Financing, Investments and Professional Organisms) : 財務・専門組織局

そして、その中でも今回特に関係して情報収集を行ったのは、DG/BGTHとDG/REであり、その組織について、以下に説明する。

DG/BGTH : ダム及び大規模水利施設局

今回の調査の担当機関であり、DG/BGTH 局長が SW 及び MM にサインしている。

DG/BGTH は、次の 4 部（日本名は仮訳）から構成されている。

調査計画部：水資源開発・管理に係わる調査計画担当

ダム調査管理部：ダムなど水源の調査、運転、維持管理担当

ダム部：大ダム建設担当

大規模水利施設部：パイプライン、河川改修、ポンプ場/取水工の建設担当

本件調査段階では、調査計画部及びダム調査管理部との係わりが最も深くなる。DG/BGTH 局長は、当面調査計画部を主たるカウンターパートとしているが、ダム調査管理部との係わりも重要である。ダムのオペレーションは、このダム調査管理部が担当している。

DG/CES：水資源局

DG/CES は、水資源に係わる調査・モニタリングを行っており、主として次の 4 部（名称は仮訳）及び地方事務所からなる。

表流水調査部：河川、湖沼の水文調査・モニタリング、解析、整理

地下水調査部：地下水調査・モニタリング、解析、整理、技術指導

特殊水源調査部：下水の再利用、地下水涵養、塩水淡水化など

水文調査データ管理部：水に関する法令など

気象、水位・流量、地下水の年間モニタリング記録をまとめた報告書を発行している他、本件調査の気象・水文データの入手に重要な部局である。各観測所の設置、観測、維持管理もこの DG/CES が行う。

(2) INAT (Institut National Agronomique de Tunisie)

INAT は、MARH に属する Institute (大学・研究機関)である。約 2000 人の学生にとっては大学であり、MARH にとっては人材育成、研究、人材派遣の場としての役割がある。また、MARH 関係の各種研究施設があり、多くの研究者がいる。さらに、MARH 関係のプロジェクトにも参加している。経済、水、植物と土壌、魚類、洪水、動物保護などの部がある。

メジェルダ川に関する調査研究も各種行われているとのことで、洪水に関しても、測量を実施した上で洪水氾濫解析を行い、調査報告書(Modelisation de la Dynamique Fluviale de la Medjerda & Elaboration des Cartes D'Inondation, Etude de la dynamique fluviale de la Medjerda et Elaboration de cartes d' inondation sur le troncon limite par les barrages Sidi Salem et Laarousia など)をまとめている。

(3) 施設省

正式な名称はMinistere de l' Equipement de l' Habitat et de l' Amenagement du Territore と少々長いが、一般的にはMinistry of Equipment と呼んでいるので、施設省としておくものとする。施設省では、洪水に関して、アーバン地区を担当しており、アーバン地区での調査や氾濫対策を行っている。また、河川にかかる橋梁も管理してデータも持っているとのこと。施設省は、アドミ関係は省略するとして、8つの技術局(道路・橋梁局、空港・港湾局、ハウジング局、公共建築局、土地利用計画局、市街地地区計画局、組織調整局、アーバン水利局)と地方事務所がある。このうち、アーバン水利局が、洪水対策担当部局である。アーバンとルーラルの区分が少々不明確であるが、どこの市町村がアーバン地区なのかは決められている。

(4) その他

水資源管理に関して、その他の関連組織としては、次のようなものがある。

- ・ SONEDE(Societe National d' Exploitation et de Distribution des Eau、国家水供給施設会社) : MARH 関連機関であるが、上水供給の国家管理会社である。国全体を担当している。上水の浄水場、導水路などの維持管理も行う。DG/BGTH、DG/GREE、DG/RE、SECADENORD と共同して調査から管理まで実施している。
- ・ SECADENORD(Societe d' Exploitation du Canal et des Adductions d es Eau du Nord、北部水路導水路会社) : MARH 関連機関で北部導水及びその施設の調査・管理会社
- ・ CNE(Comite National de L' Eau、国家水管理委員会) : MARH の大臣を委員長として、関連省庁の代表者、MARH の代表部局長、SONEDE・ONAS などの関連機関代表者、公共及び民間の水利用者代表などがメンバーである。
- ・ ONAS(Office National de L' Assainissement、下水処理国家サービスオフィス) : MARH 関連機関で、下水処理国家サービスを担当。
- ・ INM(Institut National de la Meteorologie、気象協会) : 1974年に設立され、チュニジア国全体の気象と地震の観測、記録整備、気象予測などを行っている。通信技術運輸省の関連機関である。
- ・ その他、財務省、経済開発国際協力省、保健省、通信技術・運輸省、内務省、商業省なども、特に、渇水・洪水時には関係してくる。
注 : 環境関連の機関については、4章に示すので、省略した。

3 - 3 水需給状況

チュニジアの水需要の基本的指標(MARH 作成資料より)は次のようになっている。

チュニジアの水需要の基本的指標

指標項目	2000	2004	2011	2030
人口 (千人)	9607	9911	10662	13000
GNP (百万 DT)	25394	34408	59843	273294
水資源総量(MCM)	4669	4669	4669	4669
年間導水可能水資源量(MCM)	3700	3800	4080	4159
年間利用可能水資源量(MCM)	2900	3000	3300	4121
一人当り年間水資源量(1000m ³)	490	471	440	360
水需要総量(MCM)	2541	2572	2668	2770
灌漑水需要(MCM)	2123	2132	2145	2035
灌漑面積(1000ha)	368	375	405	467
上水水需要(MCM)	273	293	370	491
工業用水需要(MCM)	120	122	127	203
観光用水需要(MCM)	25	25	26	41
一人当 GNP (DT)	2655	3358	5576	21864
灌漑需要(m ³ /ha)	6020	5800	5273	4355
上水需要(l/日/人)	99	111	126	182

注：上記の数字については、文献によって違いがあるが、DG/BGTHからは、最新のデータとして渡されたものである。違いが大きい数字については、根拠と確認が必要である。
また、水需要の予測には、節水技術の向上や政策規制による調整が行われることが条件に含まれている。

上表からは、水資源利用可能量は水需要を上回っているが、これはあくまで総量での数字である。

なお、JBIC SAPROF レポート(2003年作成)によると、北部システムでの水需給は、2015年以降不足するという結果が出ている。建設中及び計画中のダムを含めているかなど、解析の条件は未確認であるが、次のようになっている。

北部システムでの水需給 (JBIC SAPROF 調査)

年	水需要 (M m ³)				供給量 (M m ³)	バランス (M m ³)
	飲料水	灌漑	Ishkeul 湖保全	計		
2002	265.4	428.5	20.0	713.9	836.6	122.7
2005	295.9	456.0	20.0	771.9	798.4	26.5
2010	348.3	456.0	20.0	824.3	856.1	31.8
2015	402.5	433.2	20.0	855.7	843.9	-11.8

2020	456.4	410.4	20.0	886.8	831.7	-55.1
2025	537.7	387.6	20.0	945.3	836.0	-109.3
2030	618.5	364.8	20.0	1066.3	840.3	-226.0

また、現在の水利用は、チュニジア全体としては、次のようになっている。

- ・ 農業：82%、上水：10%、工業：5%、観光：2～3%、生態：1%

北部導水システム及びメジェルダ川流域を含む北部と中部のダムによる水資源は、2006年現在では不足していない。これからの3年間で渇水年であっても、需要量に対して特に大きな不足は生じないだけのダムの貯留量があるという。しかし、MARHとしては、将来の水需要の増加に対しては、現状の貯留量では不足が生じるとして、さらなる開発を進めている。また、この供給能力に関しては、単に量的な面のみでなく、水質的な面も満足させる必要がある。例えば、量的には十分でも、北部での貯水量が少なくなり、Sidi Salemのような塩分濃度が高い貯水に余裕があるというのでは、問題が生じる。

3 - 4 洪水被害及び対策

(1) 過去の洪水氾濫

メジェルダ川で発生した過去の洪水氾濫のうち、記録があり人々の記憶にある洪水で代表的なものでは、1973年3月洪水と2003年1月洪水である。これらの洪水では、流域全体で各所が氾濫した。一方、その他の年では、流域全体でなく、一部の区域での氾濫となっている。

1973年3月洪水（3月27日～4月1日）

洪水流量規模としては、2003年1月洪水よりも大きかった。代表観測地点での最大流量は次のようになっている。

1973年3月洪水時の代表観測地点最大流量

観測地点	洪水最大流量 m^3/s	算定洪水量 10^6 m^3
Gardimaou	500	74
Bou Salem	2,800	686
Sicuguia	3,200	n.a.
Medjez El Babb	3,000	864
El Aroussia	1,925	539
K13	974	n.a.
Mellegue Barrage	1,698	182

なお、この時には、Mellegue ダム（1954 年完成）はあったが、Sidi Salem ダム（1981 年完成）はまだ建設されていない。氾濫した区域も各所であったが、当時の河道通水能力は、近年と比べて大きかった。また、降雨記録の比較では 2003 年 1 月と同レベルであり、全体的な氾濫規模は、2003 年 1 月洪水と同レベル以上であった。

2003 年 1 月洪水

洪水氾濫に関しては、記録があるなかで 1973 年洪水と共に最大規模であったが、全体としては 1973 年洪水氾濫区域の方が広がった。但し、河川断面の違いとダムの影響もあり、各区間の洪水量では、1973 年時よりかなり小さかった。例えば、ある代表的な地点での河川の通水能力は、1973 年には $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ あったが、2003 年には $300 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度に減少している。この話、つまり河道通水能力が大幅に減っていることの説明は、MARH 本部でも現地でも各所で聞いた。以下に、洪水氾濫の代表的被災地での状況を代表例として説明する。

Bou Salem での氾濫状況

洪水氾濫の被害地として最も代表的なのは、Bou Salem 町である。2003 年 1 月には、2 回氾濫があり、各々 1 週間くらい冠水している。冠水状況は場所によって異なるが、町の広い区域で 1 m 程度以上の水深になり、ボートで移動する必要があったとのこと。

1 月には、洪水のピークが 3 回あり、近傍の観測所の記録から、次のようになっている。図 3-4-1 に実際のハイドログラフを示す。なお、流量の数字は、データソースによって多少差がある。

- ・ 1 月 12 日のピーク：約 $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$
- ・ 1 月 18 日のピーク：約 $700 \sim 800 \text{ m}^3/\text{s}$
- ・ 1 月 26 日のピーク：約 $850 \sim 900 \text{ m}^3/\text{s}$

氾濫は、約 $800 \text{ m}^3/\text{s}$ を超えた時に発生したので、18 日には氾濫しなかったとのこと。なお、Bou Salem 町区間のメジェルダ川は、以前は、約 $1,300 \text{ m}^3/\text{s}$ の通水能力があったとのこと。

Bou Salem 町のメジェルダ川に架かる橋梁の上流 2 ~ 3 km にボヘルトマ川が合流している。洪水氾濫は、町の郊外の上流区域に当たるこの合流点付近で発生し、町を貫流した。なお、1968 年及び 1973 年にも氾濫して、その後メジェルダ川の左岸に沿って合流点付近から町の橋梁地点まで堤防が築かれたと

のことである。また、町の近くのメジェルダ川への農業用排水路へも逆流して氾濫した。

Medjz El Babb での氾濫状況

歴史的な橋梁 Pont Andalous がある。ここでも、Sidi Salem Dam が出来る以前は、1000 m³/s 以上の通水能力あったのが、2005 年には、200 m³/s くらいで氾濫したとのこと。又 1996 年には、600 m³/s くらいで氾濫しなかった。2003 年の洪水氾濫に関してのレポートは、MARH の Regional Office で作成したものがあある。橋の上下流区間の両岸から氾濫して、町が冠水し、その郊外の農地も広く冠水した。

最下流域の氾濫状況

中流に比べて、最下流の沖積平野では広い区域で氾濫した。本川に沿った区域よりも旧河道とそれに向かう低地に沿って氾濫している。場所にもよるが、1～2ヶ月間冠水したとのこと。その原因は、直接的には、ダムからの放水による河川からの越流であるが、冠水規模が大きくなったのは、道路面が高くなっているハイウェイが建設されたからであるとのこと。このハイウェイで流れがブロックされて逆流し、水深が大きくなった。下流域の氾濫地区で行ったインタビューの内容について、参考になるポイントを記述しておく。

- ・ 1973 年には、家屋が破壊されたが、2003 年には（建て直した）家屋の冠水被害はなく、農地の冠水による被害と道路が1週間以上冠水して交通障害があった。（Tabtough 地区）
- ・ （1973 年には居住していなかった家族で）警報や連絡はなかったが、ダムから放水したといううわさを聞いて、メジェルダ川まで行ったところ、洪水になっているのを知った。氾濫水は急激ではなく、水位は少しずつ上昇したので、それほど上がらないと思って様子を見ていた。しかし、さらに上がってきたので、家畜を移動し、その後自分（主人）以外の家族を避難させた。自分は、さらに水が上がってきたので、まだ歩ける深さ（50 cm 程度）で逃げた。20 日位して水位が低くなったので、戻ったら、家の中の家具類が外に流されていた。水深は、1.5m 程度に達したようだった。冠水時の流速は大きくなかったが、近くの道路面（国道）が高いので、そこから逆流した方向で流れていた。その後、政府機関から 300 DT の金が出たが、損害の一部に補填できただけであった。（Bach Hamba, Bazazia 地区）

氾濫状況を、図 3-4-2 及び 3-4-3 に示す。前者は、調査結果に基づいて作成した氾濫図の例であり、後者は、氾濫解析結果による氾濫図である。但し、解析結果は、実際の氾濫結果から検証しているため、実際に近い。MARH から入手した資料である。

1973 年以前のその他の洪水

洪水氾濫及び観測の代表地点である Bou Salem において、1973 年洪水を含めたそれ以前の洪水を時系列に並べると次のようになっている。

1973 年以前の洪水記録

年月	洪水最大流量 m^3/s	算定洪水量 10^6 m^3
1973 年 3 月	2,900	594
1969 年 9 月	1,500	99
1959 年 3 月	1,100	156
1947 年 10 月	1,700	150
1940 年 1 月	1,800	321
1936 年 11 月	1,400	120
1931 年 12 月	2,100	243
1929 年 3 月	1,800	336
1929 年 2 月	1,300	219

注：1973 年 3 月洪水では、データソースによって数字に多少の違いがあるが、算定時間の違いと十の位の四捨五入または切り捨ての仕方によるものと考えられる。

1973 年洪水後のその他の洪水

1973 年以後の洪水については、記録が十分に整備されていないので、詳細は把握できなかったが、2003 年以外では、大きな氾濫は起こっていない。しかし、局所的な氾濫として、次のような情報があった。

2000 年 5 月洪水

Jendouba 町では、1973 年と 2003 年にも氾濫被害を受けているが、2000 年 5 月に発生した洪水氾濫が最大規模であった。水深は最大 3 m 近いところもあり、約 3 日間冠水した。この時は、Mellegue 川流域で異常豪雨があり、Mellegue ダムの貯水池水位は、比較的高かったために、上流からの洪水を貯留する容量は十分なく、洪水吐ゲートを急激に開けたため、下流のメジェルダ川との合流点付近に位置している Jendouba 町は河川からの越流水で広く冠水したと

のこと。5月は通常乾季の初めの時期であるため、貯水池水位は比較的高くなっていた。JendoubaのMARH事務所では、氾濫状況と被害のレポート作成している。但し被害に関しては、農作物関係のみ。ダム操作の影響で氾濫したので、補償金がでた。

2004年洪水と2005年洪水

下流区域の一部区間では2003年と比較すれば規模は小さいが氾濫している。例えば、メジェルダ川とChafrou川の合流点から下流側では、2003年に引き続いて、2004年も2005年も両岸から越流したとのこと。(注：現在堤防工事が行われている)さらにその下流Sedcida橋の下流やElhenna村近くの線路橋(平行して現在使われていない橋があるところ)上流でも同様であった。

洪水被害では、直接被害では、農作物、住宅の家具や消耗品、商店の商品などがあり、人が死亡したり病気になったりという被害については具体的には聞けなかった。また間接被害では、交通障害及びそれによる仕事などへの影響が最も深刻であった。2003年洪水時も数日、一週間、あるいはそれ以上の期間車両での移動が出来なかった区域・区間が多かった。

洪水被害の内容と額については、全体をまとめたものはない。その理由の一つとして、農業水資源省は農業関係の被害調査、施設省が市街地関係の被害調査を個別に行っていて、合同の調査報告書を作成しないからことである。さらに、内務省や地方自治体も別の点で係わっている。また、農業水資源省としても、個別の調査は、各Regional Officeが行っている。農業水資源省内で、被害調査結果を統括しているのは、FIOP局であると聞き、そこからの資料の入手を依頼したが、受け取れなかった。

(2) 洪水氾濫の原因

洪水の原因は、基本的には降雨量が多く、しかも広域だったことによる。そして、氾濫の原因は、基本的には洪水流量が河道の通水能力を超えたことによる。問題は、この通水能力であり、1973年当時以前は、特にSidi Salemダムの下流区間では、現在に比べて平均的に数倍大きかったという。そして、河道の通水能力は、特にSidi Salemダムが出来たころから、次第に減少してきたといわれている。MARH側の説明によると、次のようになる。

- ・ Sidi Salemダムが出来た後、ダムの下流区間の流量が減り、中小の洪水もダムで貯留されるようになり、流量が小さいので、土砂が下流側へ掃流されずに堆積した。

- ・ 土砂の発生は、主として両岸斜面からの崩壊である。但し、この崩壊量は、ダムによって増加したわけではない。
- ・ また、堆積した土砂に樹木が生育して、さらに通水能力が減った。

この考えは、MARH の技術者がほぼ共通に持っているが、分析が不十分な面も見られ、その他の要因も小さくない可能性があると考ええる。以下に、洪水氾濫の原因を項目別に説明する。

1) 豪雨

洪水発生の基本的原因は、当然ながら豪雨である。2003年1月洪水時には、流域の広い区域で異常に多い降雨量を記録している。観測所の位置にもよるが、多くの箇所（特に上流域）で、100年確率降雨量を超えている。流域全体としての確率規模は不明確であるが、解析すれば、流域としても100年確率を超える可能性がある。

2) 河川断面の不足・減少

MARH 側の説明で、氾濫の原因として常に出てくるのは、河川断面が以前と比べて大幅に減っているということである。つまり、河道に土砂が堆積して断面が狭くなったという。そして、特に、Sidi Salem ダムが完成したことによる影響が大きいという。この点に関しては、ダムが建設されるとその上流からの流砂を補足するので、通常はその下流で河床洗屈が起きるのであるが、MARH 側の観察によると、以前は、河道の土砂は下流へ流下していたが、ダムが出来たことにより、河川流量・流速が小さくなって、土砂が流下しなくなったからだとのこと。流下能力の減少は、例えば、中～下流のある区間では、Sidi Salem ダムが出来る前は、800 m³/s 程度流下できたのが、現在は200～300 m³/s 位になっていると説明している。

多くの区間で河川断面の流下能力が大幅に低下し、その主たる原因が堆積土砂であることは、間違いないと考える。しかし、ダムが出来たから堆積土砂が増加したということばかりを原因というのではなく、その他の要因も大きいと考える。

例えば、樹木の生育も大きな原因である。土砂が堆積することによって、そこに樹木などの植生が成長して、洪水時の通水能力を大幅に減少させている。樹木の成長は早く、MARH でも伐採を行っているが、しばらくするとまた戻ってしまうとのことであった。下流域の踏査の時、この付近の樹木伐採は約2

年前に実施したという所があったが、その付近一帯はすでに樹高 2 m くらいの樹木で覆われていた。

上流側でも通水能力の減少が生じていることにも注目すべきであろう。河道の一部区間での土砂が堆積して、区間による通水能力に大きな差異が出来、堆積の進んだ河道断面にさらに堆積が進行していくこともあると考える。また、河口付近を含む下流の河道で特に通水能力が小さいようであり、出口が塞がれたような状態で、土砂の行き場がなくなって、途中で堆積している面が見られる。つまり、河道の維持管理が十分に行われていないことも原因であると考えられる。

通常ダムが出来ると、上流からの流送土砂がダムで捕捉され、下流ではむしろ河床低下が発生する場合があるが、Sidi Salem の場合は、ダムからの放流が低い位置で行われることにより土砂の含有率が比較的高い可能性もある。その他にも、別項目で説明している河川構造物の影響が大きいと考える。なお、他の国でよくある廃棄物の河川への大量不法投棄についてはあまり見られなかった。また、土砂の発生は、河岸の洗屈や侵食や崩壊によるものという説明があるが、これについては、少なくともダムが出来たことによってそのような発生が増加したとは考えにくい。

3) 河川構造物による流水阻害

橋梁

橋梁による阻害も大きな原因である。メジェルダ川の本川及び支川に架かる橋梁は多いが、一部の橋梁の桁下空間には、大きな洪水流量を通過させるだけの容量はない。さらに、兩岸側の桁下空間には、土砂が堆積している場合が多く、さらに容量減となっている。特に、メジェルダ川を横断する橋梁の内、古い橋の桁下空間が狭く、洪水時にはそこがボトルネックとなって通水を大きく阻害していることである。特に、Medjez El Babb と、El Battan の 2ヶ所の橋梁は、歴史的な構造物としては、価値があるが、洪水に対しては大きな障害物となっており、氾濫を大きくしている。

- ・ Medjex-el Babb 町の橋梁は、1088 年建設と明記されているが、その後改修されたようで文献には 1677 年として登録されている。歴史的な建造物として保全する必要があると思われる。つまり、通水能力がなくても、壊してしまうことは出来ないものとする。現在の橋を移設して保存するか、そのまま残して、Diversion 水路を築く必要があると思われる。
- ・ El Battan 町の橋梁は、老朽化しているが、やはり歴史的建造物として残すことになるものとする。径間が狭いので、通水能力が小さい他、流

木による閉塞もあると予測されるので、Medjex-el Babb 町の橋梁と同様な対策が必要になるものと思われる。

取水施設

メジェルダ川には、比較的大規模な取水施設が数ヶ所あり、その多くが、Sidi Salem ダムが完成した後にできている。そして、大規模な取水施設には、取水口その他、取水堰が河道を横断している。従って、この取水堰の上流が堆砂している他、その影響で、河川勾配が緩くなり、土砂堆積が助長された影響も大きいと考える。

4) ダムの洪水調節容量と運用操作

Mellegue ダムは、洪水調節を第一目的にして建設されたダムであり、Sidi Salem ダムも洪水対策を一つの目的にしている。しかし、過去の洪水氾濫では、ダムからの放流が大きすぎて下流側で氾濫しているケースが出ている。Mellegue ダムでは、2000 年 5 月に上流で異常豪雨があり、ダム貯水池の水位が比較的高かったために、洪水流量の一部を放流し、下流の Jendouba 町が冠水している。このときの Mellegue ダムの流量及び貯水量に関する記録からシミュレーションしないと分からないが、ダムがなかった場合は、洪水量はさらに大きく氾濫規模も大きくなっていった可能性もある。

例えば、2003 年 1 月洪水時に、Bou Salem 町での観測所 (16483 km²) の洪水ピーク流量は、1020 m³/s であったが、Sidi Salem ダム下流の Slouguia 観測所 (20990 km²) の洪水ピーク流量は、744 m³/s であった。つまり、この場合、本来 Bou Salem と Slouguia の間には、いくつかの支川もあるので流量は増大するのが一般的であるが、実際にはダムの調節によって減少している。但し、ダムが調節できないほどの洪水流量であった場合には、ダムからの放流量が流入量ピークより大幅に増大することはありうる。

また、2003 年 1 月に発生した大洪水時には、チュニジア国最大規模の Sidi Salem ダムの下流でも大規模氾濫が発生しているが、同ダムからの放流による影響が大きい。但し、上記の Mellegue ダムと同様に、ダムがなかったら被害はさらに甚大であったと考える。また、当時、同ダムでは非常用洪水吐を開けておらず、もし、同洪水吐を開けていたらさらに甚大な被害となったはずである。つまり、ダムは洪水流量軽減に貢献しているが、洪水流量を 100% 貯留する規模はなく、ダムの安全のために、一定以上の水位になった場合は、放流せざるを得ないが、下流の河道通水能力が小さすぎて、氾濫してしまう状況にある。

5) 土地利用の変化

2003年1月洪水では、氾濫区域が大きく、冠水期間も長かった（区域によっては1ヶ月以上）ので、被害が甚大であったということもあるが、近年の土地利用の変化による影響も大きい。つまり、以前は、河川沿いの土地は、氾濫に対する不安もあって利用されていなかったが、Sidi Sale ダムが出来た後、洪水に対して安全になったという認識ができ、住民が次第に河川沿いにも住むようになり、また農地としての利用も進んだとのことである。河川から一定区間は、河川管理区域として指定されているはずだという説明もあったが、どこからどの位の距離までなのか具体的な説明は得られなかった。必要に応じて、管理機関が指定しているものと思われる。

(3) これまでの洪水対策

メジェルダ川流域での洪水対策は、総合的な調査計画に基づいて実施されていない。換言すると、チュニジアでの水管理は、あくまで湯水対策に注目したものであり、洪水対策への配慮は乏しかった。従って、メジェルダ川流域内で見られる洪水対策は、拠点的な対策が何ヶ所かで見られる程度である。なお、ダム、堤防などの河川施設の説明は、3 - 6にまとめるものとする。

1) ダムによる洪水調節

メジェルダ川流域における既存ダムのうち、洪水調節も目的として建設されたのは、Mellegue ダムと Sidi Salem ダムの2つのダムである。他の既存ダムは、実際には、その時の水位によって洪水時に貯留できる容量はあるが、洪水対策用としては計画されていない。

2) 河道改修

チュニジアでの河川計画は、主要河川では100年確率洪水、市街地河川では20年確率洪水で行うのを基本としているという説明があった。しかし、実際の河川を見ると、国家の代表河川であるメジェルダ川も自然に任せている感じである。河道改修に関して、具体的な計画やその実施については、現地踏査の際にあった断片的な情報のみであった。MARHの管理者自身も、河道通水容量は堆積土砂と樹木などの植生のために減少しているという分析はしているが、過去の河道変遷や対策工などについては、十分には把握していない面がある。これまでに実施した、あるいは実施したと思われる対策について記述しておく。

- ・ 一部の橋梁付近の土砂を除去。

- ・ 河床の樹木を一部の区間では伐採。
- ・ 下流に歴史的な橋 (Bigele bridge) があるが、旧河道にあり、この区間はカットオフされたようである。(しかし、聞いても明確に説明してくれる人はいなかった)
- ・ Bou Salem の現在の橋がある区間は、1973 年洪水以後に、カットオフされた河川区間であるという説明をする人がいたが、他にはそのような話はなかった。
- ・ 河口に向かう現在のメジェルダ川は、以前築かれた放水路である。現地踏査で旧河道らしきルートを確認した。

3) 堤防

堤防は大規模なものはないが、比較的低い堤防が、部分的に築かれている。各々洪水被害を受けた後に建設されたものである。また、橋梁の建設に伴って建設されたものもある。

4) 排水路

農地で氾濫して冠水した地区では、洪水時にも配慮した新たな灌漑排水路が建設されている。

3 - 5 流域管理及び水資源開発・管理

チュニジアでは、水資源管理は、流域単位でなく、国単位で計画している。つまり、北部の比較的降雨量がある地域の水を、乾燥地・砂漠の南部まで輸送することも考えている。但し、南部では基本的には地下水利用である。

特に、北部と中部は、多くの表流水の大規模水源がパイプラインやキャナルで連結されている。水輸送は、基本的には北部から中部・南部へ向かう。その輸送途中で、多くの分岐や合流があり、灌漑用水に使う他、チュニスを初めとする大規模市街地や工業・商業・観光地区の上工水に使われている。この導水システムについては、単に量的な需給バランスをとるためでなく、水質の調整というのも重要な役割になっている。つまり、メジェルダ川の北部は、北部海岸に向かうほど塩分濃度が低くなるが、南部は塩分濃度が高く、そのままでは使えないので、両者を混合して、濃度を許容レベルまで緩和している。参考として、北部導水のシステムを図 3-5-1 及び図 3-5-2 に示す。前者は、ダムと導水路の位置が実際の位置関係に近いように示されている。後者は、国全体のシステムのうち北部と中部の一部のみをカットして示したものである。各々、MARH のデータベースから取り出したものである。

チュニジアでは、水管理計画は、渇水に対するリスクに配慮して検討される。基本的な条件として、次のような渇水確率に対応できる計画が求められる。

チュニジア国の渇水対策計画の対象規模

渇水期間	3年連続	2年連続	1年
発生確率	1/100	1/30	1/10

上記のうち、3年連続渇水の条件が優先される。具体的には、1/100に相当する1987年～1989年の渇水を想定して水管理計画が検討されている。また、ダム貯水容量を決める目安があり、地域によって、次のようになっている。

ダム貯水容量を決める目安

北部	年間平均流入量の1.5倍
中部	年間平均流入量の2.0倍
南部	年間平均流入量の2.5倍

現在の需要供給では、既存の貯水施設でほぼ対応できる。しかし、現在建設中及び計画(2030年目標)の施設は、将来のために必要だからである。現在、チュニジアの水消費量(灌漑、上水、工業用水、その他の合計)は、約500 m³/year/person となっているが、世界平均の約半分なので、将来は増大することが予測されること。

河川に沿う土地は、どの国でも一般的に河川管理区間として土地利用が規制されているが、チュニジアでも規制は法的にあるとのこと。しかし、質問しても、人によって内容が異なる他、不明確であった。両岸の5mほどのみという場合や、道路や堤防までという場合や、河川や区間によって異なるという場合や、危険区域は別途指定されるという場合や、法律で規定されているのでそれを参照してくれという場合など、明確な条件は確認できなかった。しかし、現地踏査で聞いた際も、河川沿いの土地は、公有地になっているようであった。但し、それらの河川沿いの土地の多くが、実際には農地や農家として利用されている。2, 3聞いてみると、そこに住んでいる人も、公有地であると言っていた。中には、数十年前(親の代)から住んで耕作しているという人もいた。つまり、公有地であるが、無断で利用しており、政府は(特に支障ないので)それを無視しているという感じであった。

水管理のオペレーションの状況でその他参考とすべきポイントを以下に記述しておく。

- ・ 北部、メジェルダ川流域、中部のすべてのダムを統括して、MARH が全体として水管理のオペレーションをしている。
- ・ 各ダム及び関連施設の現在の状況は、毎日 MARH 本部（DG/BGTH 局）に伝達される。電話、テレメータなどであるが、2年前から、すべてがテレメータを通してリアルタイムで入ってくるように整備中である。
- ・ 2003 年洪水前は、湯水のための貯留を優先したが、その後は、洪水への配慮もするようになった。
- ・ オペレーションマニュアル・ガイドラインは特にない。しかし、基本的な条件となる考えはある。例えば、北部ダムの貯水を優先して確保すること、Sidi Salem の水を優先して使うこと（蒸発で Salinity が大きくなるのを軽減する）、Gravity での導水が望ましくポンプや導水のコストをかけないことを優先することなどである。
- ・ GTZ や JBIC の調査や建設では、水の供給システムに関してであったが、オペレーションシステムに関しての Study ではなかった。
- ・ 毎年水管理年度の初めにあたる 9 月初めに、委員会を開いて、1 年間の水管理や優先順位について、基本方針を決める。委員会の参加者は、MARH 大臣、MARH State Secretary、SONEDO 代表、MARH の Regional offices 代表、及び DG/BGTH のダム調査管理部である。その際の各ダムの状況を把握して、需要（必要供給量）を予測して、また降雨量も想定し（注：これまでの最湯水年期間を使う）需給バランスを確認した上で決める。もし、供給可能量が需要量より少ない場合は、基本的には決まっている水使用の優先順位から、どこの使用をどの程度制限するか決める。基本的には、飲水が第一優先で、通常は灌漑用水を減らすことになる。灌漑にも作物による優先順位があり、オレンジが第一優先で、次が Strategic Plantation といわれる、ポテト、トマト、穀物などである。水需要は、通常 6 月と 7 月がピークとなる。

MARH の施設の運転維持管理の予算は逼迫している面が見られた。一面であろうが、今年は 7 月上旬現在で、電気料金の支払いが予算オーバーになることが明確になって問題になっているとのこと。チュニジアでは、ダムを含む公共施設でも、支払いが遅れると電気をカットされるとのこと。そして、実際に 2 ヶ所のダムは現在公共の電気が止められているという。非常用ジェネレーターはあるが、容量が不十分とのこと。また、電気に限らず、水道や電話も支払いが遅れるとカットされ、やはり 2、3 のダムでは電話が通じなくなっているという説明があった。今後、施設はどんどん増加するが、運転・維持管理の費用が気になる。

チュニジアでは、灌漑用水の利用に対して、農民は料金を払っている。基本的には、施設建設費を含まない維持管理費額相当である。地域によって異なるとのことであるが、一般例では次のようになっている。

灌漑施設の利用料金と維持管理費

年	灌漑料金 (DT/m ³)	維持管理費 (DT/m ³)
1990年	0.026	0.039
2003年	0.110	0.096

北部では、降雨が比較的多いので、計画された灌漑用水を使わない状況もあると聞いた。農民にとって料金を支払うほどの必要性がなかったからである。

チュニジアのデータ管理は比較的進んでいる。GE.O.R.E など、海外ドナー支援によるプロジェクトで構築され蓄積されてきたことによる。水に関するデータは、次のような分類になっている。

- ・ 降雨 (DG/RE、INM、DG/ACTA-DG/RE、DG/BGTH、CRDA などが関係機関)
- ・ 表流水 (河川、ダム、ヒルダム、湖沼、導水システムなど) (DG/RE、DG/BGTH、DG/ACTA などが関係機関)
- ・ 地下水 (地下涵養含む) (DG/RE、CRDA などが関係機関)
- ・ 特殊用水 (塩分除去用水、下水再利用水など) (ONAS、SONEDE、DG/GREE、CRDA などが関係機関)
- ・ 水質
- ・ 水需要予測、水利用料金・価格
- ・ 土壌、排水
- ・ 人口

3 - 6 水管理・河川関連施設

(1) ダム

チュニジア国の水管理・河川の関連施設といえば、まずダムである。ダムは、規模によって次のように区分されている。(注：下記以外の区分の仕方もあり)

- ・ 大ダム (Barrages) : 貯水量 500 万 m³以上
- ・ 小規模ダム (Barrage Collinaires) : 貯水量 100~300 万 m³程度
- ・ ため池 (Lacs Collinaires) : 貯水量 100 万 m³以下

概略であるが、大ダムは、全国で 50 ヶ所以上、小規模ダムは 250 ヶ所以上、ため池 1,000 ヶ所以上ある。

メジェルダ川流域の既存ダム、メジェルダ川流域外の既存ダム、メジェルダ川流域の計画(及び建設中)のダムのリストと諸元を表 3-6-1, 2, 及び 3 に示す。

Sidi Salem ダム

Sidi Salem ダムは、チュニジア国にとって、代表的なダムである。規模的にも貯水量が最大である他、チュニジアの最大かつ最重要河川であるメジェルダ川の本川に位置しているためである。換言すると、チュニジア国の水管理システムの中心に位置している。ダムの基本的諸元は、表 3-6-1 に示したとおりであるが、それに加える情報を記しておく。

- ・ 現在の基本的な設定標高(天端高: EI. 122.0m, FWL: EI. 119.5m, NHWL: EI. 115.0m, LWL: 不明)
- ・ 計画堆積土砂量: 90~100年間の土砂量を設定
- ・ NHWL は、自由越流タイプの朝顔型洪水吐の天端になっている。この洪水吐の天端は、現在は、EI. 115.0m(堆積土砂含む貯水池全容量: 675 MCM)あるが、設計及び建設当初は、EI. 110.0m(貯水池全容量: 500 MCM)であった。1997年及び1999年の2段階の工事で5m嵩上げした。
- ・ ゲート付洪水吐のゲートトップは、EI. 118.5m(Dam Crest EI. 122.0 m、異常洪水時最高水位 EI. 119.5 m)
- ・ 建設(1981年)以後現在まで、洪水吐ゲートは、一度も開けてない。(開けたら下流が大氾濫)
- ・ 雨期の制限水位に当たると考えるが、現在の貯水池操作では、9月から1月の雨期には、EI. 110.0mに水位制限している。
- ・ 堆積土砂の調査では、1991年に52 MCM、1997年に87 MCM、2002年に140 MCMという結果を得ている。
- ・ 下流への放流口は5ヶ所ありその最大流量(ゲート付の場合は全開したとして)は次のようになる。
 - 非常用洪水吐(ゲート下端部の越流天端 EI 110.0m): 4,200 m³/s
 - 常用洪水吐/堤体内 Outlet(越流天端 EI 115 m): 600 m³/s
 - 堤体内 Outlet(bottom かんがい用): 100 m³/s
 - 水力発電用 Outlet: 100 m³/s
 - 土砂吐 Outlet: 600 m³/s

(注: 上記は、現場で聞いたことなので確認が必要。説明者によって、情報が異なることが多かった。その他上記以外でも、同じ人でも後から違うことや数字をいう場合があったので混乱することがあった。この報告書の各種情報や数字については極力確認しているが、短期間で多くの情報を入

手する調査であったこともあり、一部正確でない情報から記述されている場合もありうる。)

上記のうち、2003年洪水時には、土砂吐 Outlet を開けたとのこと。

- ・ 2003年の洪水時には、最大 $704 \text{ m}^3/\text{s}$ で計 2,000 MCM 放流した。
- ・ 現在のダム水位の操作では、基本的には、5月から8月までは、EI 105~115m、9月の初めに EI 105~108m にする。3月には、HWL 115m にする。

Mellegue ダム

Mellegue ダムは、第1の支川である Mellegue 川に位置するが、この Mellegue 川流域は、合流点から上流の本川の流域より大きい。また、メジェルダ流域のダムの中で、Sidi Salem ダムと Mellegue ダムのみが、洪水目的を含んでいる。ダムの諸元の表に追加して、参考情報を示しておく。

- ・ バットレストとアーチの組み合わせ式であり、1947年に建設が始まり、1954年に完成している。現在でも珍しいが、当時はこのタイプでは、世界初であったという。フランスの援助と技術で建設した。
- ・ 洪水吐容量は、 $5,400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、堤体下部の放水路からは2本で計 $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ の容量がある。
- ・ 現在のダムは、2020年頃までの寿命と見込まれている。土砂堆積が進み、2000年に貯水池の深浅測量をしたが、1954年に 330MCM あった貯水量が、2000年には、163MCM に減っていた。つまり、54%が埋まっていた。単純計算で、1年で約1%の貯水量が減っていることになる。
- ・ ダム天端 EI. 270m (パラペット高 1m 含まず)、HWL: EI 260m
- ・ 雨期 9~2月、2000年5月には、乾期なのに上流で豪雨があり、緊急放水したので、下流が氾濫した。
- ・ Gated Spillway の放流量は、3門で、 $4,500 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5,400 \text{ m}^3/\text{s}$ という説明もあり)、ダムの Bottom Outlet は、2門× $600 \text{ m}^3/\text{s}$ 、他に水力発電(15MW)あり。
- ・ 現在、上流に同規模のダム計画があり、2010年又は2011年から、3~4年間で完成予定。(貯水量 190 MCM)

(2) 取水施設

河川からの(永久施設としての)取水施設は、Sidi Salem から上流には、1ヶ所、下流側に5ヶ所という説明はあったが、位置や規模やタイプなど、具体的な情報・資料は入手できなかった。但し、現地踏査で確認できたものとして、次のようなものがあった。

Sidi Smail Station

- ・ 410 l/s × 4 nos. のポンプ容量
- ・ 2003 年 1 月 26 日に El 118.30m
- ・ 見えなかったがここにも河川横断する堰があるとのこと。

El Herry Sation

Medjez el Babb と Laarousia との間左岸側に位置しており、メジェルダ本川からポンプアップして約 100m 上の貯水池に送水している。貯水池からは、Gravity で灌漑用農地に運ばれている。なお、メジェルダ川には、河川を横断する自由越流堰が築かれている。ポンプアップは、2 段階で行われ、まず河川から約 15m 上げたところで、砂やごみが除去されている。第 2 段のポンプで約 3 m³/s が 80 m 以上揚水される。

Laarousia Dam

機能的には取水施設であるが、規模が大きいため、ダムとして分類されている。

- ・ 1954 年に完成。
- ・ ゲート付 (4 門) コンクリート堰で、本川を横断して築かれている。
- ・ ゲートは、テンターゲートであるが、その上部に小規模起伏ゲートが設置されており、通常時は、この起伏ゲートの操作で、下流へ灌漑の必要量を放流している。
- ・ 右岸に取水口が 2 ヶ所ある。古いほうは、灌漑用である。新しいほうは、上水と灌漑用で、Cap Bon 方面に送られる。
- ・ この通水能力は、現在状況は確認できなかったが、以前は 800m³/s あった。

また、一時的な取水は各所で行われている。つまり、移動式のポンプは、規模は小さいものの、その数は相当多い。

(3) 堤防

メジェルダ川の大部分の区間はまだ自然河川に近く、堤防がない。堤防は部分的に築かれているのみである。そのうち、Bou Salem では、1973 年の洪水後、Bou Heurtma との合流点との下流側から、町の橋梁部までの堤防が建設された。その他、下流域の Chafrou 川との合流点付近で、現在新しい堤防が建設中である。その他、Grich ez Dued 村付近などに部分的な低い堤防がある。見た感じでは、堤防らしい堤防はない。建設中のものも、材料が悪く施工がかなりおおざっぱで、きちんとした設計に基づいていないように思えた。

(4) 橋梁

メジェルダ川には、本川及び支川に多くの橋が架かっている。その中で、注目すべきは、橋の桁下空間が小さく、洪水時のボトルネックになってしまうものである。特に次の2ヶ所が顕著であるが、両橋とも歴史的な建造物である。

- ・ Medjez El Babb の橋：1088年と刻まれているが、文献では1677年の築造。
- ・ El Battan の橋：見かけ上は、Medjez El Babbより荒廃している。19世紀の築造という。現在は、橋梁上にパラペットがあるが、以前はなく、2003年洪水では、橋の上を越流していたという。

(5) その他

放水路

Bou Salem では、現在町の低地に沿って、洪水氾濫時の水路計画がある。すでに家屋の移転（現在計70～80軒だが、さらに250戸ほどを予定している）が進行中である。但し、洪水時の分水路というほどの容量はなく、通常は道路として使い、氾濫時にはそこが水路となるように設計されている。つまり、幅20～30mで深さは30cm程度との事。下流の河口に向かう本川は、人工的に築かれたものである。100年前という人もいれば、50年前という人もいる。

排水路

農耕地区域には排水路が築かれている。灌漑用の排水路であるが、規模的に洪水時の排水を考えているものである。中～下流域に多い。

3-7 地域コミュニティと洪水

チュニジア国においては、防災を担当する省庁はない。内務省にはCivil Protectionがあるが、これは日本でいうところの消防庁のような組織であり、災害発生後の緊急対応が活動の主体である。今回調査の中で、Civil Protectionとの面談を要求したが、面談には農業省大臣からの正式要請書が必要とのことであり、時間的な余裕が無く面談はできなかった。ただし、内務省からの回答として、「本件調査はチュニジア国の防災にとって非常に重要であり、内務省の調査への参加は必須と考える。本格調査時点では内務省は調査に全面的に協力する」旨の回答を得ている。

洪水に対する警報は、各所（主として農業省と交通省内の気象庁）からの情報が首相直轄のNational Commission（災害の都度、組織される）に報告され、それをもとにこの委員会から警報が各省庁、地方政府、マスコミ等に連絡される。農業省はダムの水位をもとに、2段階の危険レベルを定めており、このダム水位をもとにした情報とともに、河川水位、農業省によって観測された雨量等が委員会に報告されている。

委員会の警報を受けた地方政府は、その情報をもとに、警戒体制に入り、広報車等が警報を伝えてまわるとのことである。ただし、こうした警報をもとにした警戒・避難は十分に行われていない様子である（「地域防災計画もある」との説明はあったが、実際の書類は入手できていない）。

地域単位・コミュニティ単位での防災組織は、今回調査では確認できていない（各所のインタビュー結果では「そうした組織はない」との回答である）。第2章で報告したように、チュニジア国においては、日本の町内会にあたるレベルに City Committee、Village Committee とよばれる組織がある。ただし、その活動は、主として居住地域周辺の環境（ゴミ、美観等）改善にあてられており、防災に対する活動は殆ど行われていないとのことである。

通常、住民が洪水等の情報を得るのは、ラジオ及び口伝えが大部分で、さらに避難場所も、指定された公共施設に避難する例は少なく、親類・知人等の家に避難することが多いとのことである。これはチュニジア国における洪水が突発的なものは少なく、ダムの放流から洪水が町に到達するまでかなり時間的な余裕があるためと思われる。

今回調査では、こうした既存の警報・避難体制の不備を指摘する声は殆ど無い。現地技術者、住民とのインタビューによると、これまでの洪水では死者はでていないものの、その原因は逃げ遅れたためではなく、実質的には事故に近いものであったようである。また、家畜でさえも大部分が避難することができたとのことであり、洪水による被害は家屋・家具の損傷と農作物の被害が大部分を占めるようである。

3 - 8 他ドナーの協力状況

水管理に係わる他ドナー（JICA 以外）の協力状況については、今回の調査前及び調査中に農業水資源省（MARH）に情報提供を求めたが、（他のいくつかの項目と共に）結局資料の提供がなかった。また、JICA にもアルジェリア事務所を含めて、関連資料はないとのことであった。また、帰国後 MARH の国際協力担当オフィスにも問い合わせたが（協力しないとは言われなかったが再度の正式依頼手続きが必要でまた相当日数がかかることが分かり、結局）代表的なドナー名程度の情報しか得られなかった。従って、調査団がインターネットでの検索も含めて断片的に把握した情報に基づき記述するものとする。

チュニジアの水管理に係わる調査・計画には、少なくとも 1950 年代から海外ドナーの支援による各種プロジェクトが行われている。水管理では、ダム建設、灌漑、上水、及び下水関連のプロジェクトが代表的な分野である。ドナーには国際機関、地域開発金融機関、

地域協力機構などの多くの機関や国があるが、水管理セクターへの主要なドナー（金額の順位）は次のようになっている。

世銀、IBRD
Arab Fund for Economic and Social Development
Japan Bank for International Cooperation (JBIC)
German Bank for Reconstruction(KfW)
Abpouhabi Fund
Kuwait Fund for Arab Economic Development
European Investment Bank
その他（GTZ、AfDB、AFD、EU など）

ダムに関していえば、メジェルダ川流域内を含めて、チュニジアの北部から中部にかけて地域には多くのダムがあり、現在建設中及び計画中のダムも少なくない。これらのダム（比較的大きな規模）の建設には、国際機関や援助国機関からの財政支援がある。詳細なデータは提供されなかったが、アラブファンドの他、クエート、リビア、ロシア、サウジアラビア、フランスなど国レベルでの援助が多い。

ドナーのうち、2，3の代表的な機関についての参考情報を、以下に示す。

JBIC

JBICは、これまでにチュニジアに対して累計で1785億円の円借款を供与している。水関連では次のようなプロジェクトに支援している。

- ・ 北部地域導水・灌漑プロジェクト（約141億円の円借款で、1996年のローン合意、北部の水源からチュニス首都圏までを結ぶ導水管の敷設及び北部地域の灌漑）
- ・ バルバラ灌漑プロジェクト（約19億円の円借款で、1998年のローン合意、北西部のバルバラ地区の灌漑）
- ・ グベラート灌漑プロジェクト（約26億円の円借款で、1996年のローン合意、北部のグベラート地区の灌漑）
- ・ 村落給水プロジェクト（I）（II）
- ・ ジアティヌ川ダムプロジェクト
- ・ 処理済下水利用灌漑プロジェクト（17億円の円借款、1998年のローン合意）
- ・ 都市排水対策プロジェクト（31億円の円借款、1998年のローン合意）
- ・ 北部地域導水プロジェクト（約80億円の円借款で、2006年のローン合意、北部の水源からチュニス首都圏までを結ぶ導水管の敷設及びポンプ場施設増設）
- ・ Jendouba 地方給水プロジェクト（約54億円の円借款で、2006年のローン合

意予定、メジェルダ川流域内の代表的な町のひとつで、氾濫被害地区でもある。この町の給水施設の拡張改善を目的としている)

世銀

世銀は、これまでにチュニジアに対して各種の援助をしている。水関連では、上水及び下水関連が多い。例えば、次のようなプロジェクトに支援している。

- ・ チュニス首都圏下水及び再利用プロジェクト(1997~2005、ONAS と農業水資源省が実施機関で、下水施設拡充でのサービス向上と効率的な再利用促進を図る)
- ・ 水セクター投資プロジェクト(2000 ~2007、農業水資源省が実施機関で、有効な総合水資源管理と水資源と環境の保全を促進するためのプロジェクトである)
- ・ 上水下水プロジェクト(1994~2003、SONEDE 及び ONAS の需要管理、組織制度構築などキャパシティデベロップメント向上を目的にしている)
- ・ 北西部開発プロジェクト(1993~ 2001、北西部の貧困対策と自然破壊対策を目的にしている。農業生産の向上による収入の増大の他、農地の侵食を防止して土壌の流出を防ぎ、貯水池への土砂流入削減も図る)
- ・ 都市域上水プロジェクト(2005~2012、SONEDE が実施機関で、チュニスと他の代表的な都市における上水供給改善を目的とする)
- ・ チュニス西部下水プロジェクト(2006~2011、ONASE が実施機関で、チュニス西部の下水システム改善を目的とする)

GTZ

GTZ は、1975 年以來チュニジアを支援しており、現在も事務所がある。現在は、経済促進と環境保全関係に重点をおいている。GTZ のこれまでのプロジェクトに関する詳細情報は入手していないが、本件調査と重大な係わりをもつ GE.O.R.E. プロジェクト(チュニジアの総合水管理プロジェクトで農業水資源省がカウンターパート機関、1995 年から 2004 年の 10 年間で実施)を実施しており、チュニジアの水管理の基本計画となる EAU 2000 及び EAU XXI の策定に係わってきた。

また、水資源局との協議の際、たまたま次のようなプロジェクトがあることを聞いた。

- ・ アルジェリアとの間で国境付近を水文観測するプロジェクト(Profile of Financial Investment Project): チュニジア国側で、主に水質と流量を予測するためのプロジェクトで、NEPAD がドナー
- ・ PISEAU プロジェクト(Modernization of Hydrological Sector, Investment for Program of Water Sector): 10 セクターに分かれており、Optimization of

Networkはそのうちの一つ。メジェルダ川流域の気象・水文観測所の増設です
でに始まっている。AFDの他、世銀、GTZなどの協調支援。

さらに、インターネットで調べると関連がありそうなプロジェクトが出てくるが、情報のレベルが違うので実態が分かりにくい。例えば次のような情報もあった。

- ・ Regional Water Demand Initiative (WaDimena) : IDRC (International Research Centre) を主体とし、CIDA(Canadian International Development Agency)及び IFAD (International Fund for Agricultural Development)も参加している 2004～2009 実施のプログラムで、水利用効率性、公平性、持続性を高めるための有効な水管理を目的としている。対象国は、チュニジアを含む中近東の9カ国である。

ドナーの支援状況を十分に分かりやすくかつ正確に整理するには、MARHなどの協力が必要である。しかし、本件調査に関しては、少なくとも他ドナーの協力と重なることはないという説明を受けている。但し、調査に必要で関連するプロジェクト（特に、GE.O.R.E.プロジェクトとJBICが係っている北部導水プロジェクトなど）の情報・資料の分析を行うことが重要と考える。

表 3-6-1 メジェルダ川流域 既存ダム諸元

ダム名	所在地	流域面積 (km ²)	完工年	ダムタイプ	ダム高さ (m)	NHWL (El. M)	全貯水容量 (Mm ³)	主目的
Sidi Salem	Beja	7,950*	1981	アースダム	57	115.0	762.1	灌漑、治水、上水、発電
Mellegue	Le Kef	10,300	1954	コンクリート アーチ・パットレス複合	70	262.0	182.2	治水、灌漑、発電
Siliana	Siliana	1,040	1987	アースダム	53	388.5	70	灌漑
R' mil	Siliana	232	2002	RCD/アース	18	288.0	4	灌漑
Bouhertma	Bousalem	390	1976	アースダム	44	221.0	117.5	灌漑
Beni Mtir	Fernana	103	1954	コンクリート 重力式	78	436.5	61.63	上水
Kasseb	Beja	101	1968	コンクリート アーチ式	58	292.0	81.88	上水
Lakhmess	Siliana	127	1966	アースダム	36	517.0	8.22	灌漑
Barbara	Jendouba	177	1999	アースダム	72	182.0	74.8	灌漑(導水)
Laroussia	Laroussia	—		コンクリート可動堰式		?		

*:チュニジア国内のみ(アルジェリア側を除く。MARHの表記の通りとする。)

ダムタイプでアースダムとなっているのは、MARHによるが、ロックフィルタイプも含まれている可能性あり。

全貯水量は、完工当初。

Laroussiaダムは、メジェルダ本川に建設された取水用の大型可動堰である。

表 3-6-2 メジェルダ川流域外 北部地域 既存ダム諸元

ダム名	所在地	流域面積 (km ²)	完工年	ダムタイプ	ダム高さ (m)	NHWL (El. M)	全貯水容量 (Mm ³)	主目的
Joumine	Bizere	418	1983	アースダム	52	90.0	134.7	灌漑、上水
Sejnane	Kairouan Bizere	367	1994	アースダム	56.5	86.5	137.5	灌漑、上水
Sidi El Barrak	Beja	865	1999	アースダム	28	27.0	264.5	灌漑、上水
Barbara	Jendouba	177	1999	アースダム	72	182.0	74.8	灌漑(導水)

Barbaraダムは、別名Zoutinaダム。メジェルダ流域外であるが、Bou Heutmaダムへ導水する。

表 3-6-3 メジェルダ川流域内で計画中（建設中を含む）のダムリスト

ダム名	所在地	流域面積 (km ²)	完工年	ダムタイプ	ダム高さ (m)	全貯水量 (Mm ³)	主目的、参考情報
Serrath	Le	1,850	建設中	コンクリート重力式/ アース式複合	45	21	灌漑
Mellegue Amont	Kef	10,100	調査中	コンクリート重力式	71	195	治水、灌漑 既存 Mekkegue ダム の代替用
Tessa	Kef / Siliana	1,420	調査中	コンクリート重力式	40	46	灌漑 上流側のダムからの 余剰水を貯留
Khalled	Beja	302	調査中	アースダム	60	37.2	灌漑 上流側のダムからの 余剰水を貯留
Bejä	Beja	72	調査中	アースダム	47	33.3	灌漑 上流側のダムからの 余剰水を貯留
Chafrou	Manouba		調査中	アースダム		7	灌漑 上流側のダムからの 余剰水を貯留
Rarāi	Jendouba	未定	未調査	未定	未定	未定	未定
Mliz	Jendouba	未定	未調査	未定	未定	未定	未定

(MARHから提供されたもの)

北部地域(メジェルダ流域の北側)で建設中のダム

Kebir	Sidi El Barrak ダムへ導水
El Moula	Sidi El Barrak ダムへ導水
Ziatine	Sejeneダムへのパイプラインに導水
Gangoum	Sejeneダムへのパイプラインに導水
El Harka	Sejeneダムへのパイプラインに導水

北部地域(メジェルダ流域の北側)で計画中(又は建設中のダム)

Mellila	Zoutianaダムへ導水
Tine	Sejeneダムからのパイプラインに導水
Melah	Sejeneダムからのパイプラインに導水
Douimis	Sejeneダムからのパイプラインに導水

Ministry of Agriculture and Hydraulic Resources

MINISTER OF AGRICULTURE AND HYDRAULIC RESOURCES

STATE SECRETARY TO THE MINISTRY OF AGRICULTURE AND HYDRAULIC RESOURCES
IN CHARGE OF FISHERY

PRINCIPAL PRIVATE SECRETARY

SECRETARY GENERAL

General Direction of Organization, Computers, the Management of Documents and Documentation

General Direction of the Administrative and Financial Services

- General Direction of Judicial and Land Affairs
- General Direction of Financing, Investments and Professional Organisms
- General Direction of Studies and Agricultural Development
- General Direction of Agricultural Production
- General Direction of Protection and the Quality Control of the Agricultural Products
- General Direction of Veterinary Services
- General Direction of Fishery and Fish Farming
- General Direction of Forests
- General Direction of Development and Preservation of Agricultural Lands
- General Direction of Rural Engineering and Water Exploitation
- General Direction of Water Resources
- General Direction of Dams and Large Hydraulic Works

Regional Services
24 Regional Commissioners for Agricultural Development

図 3-2-1 農業水資源省 (MARH) の組織図

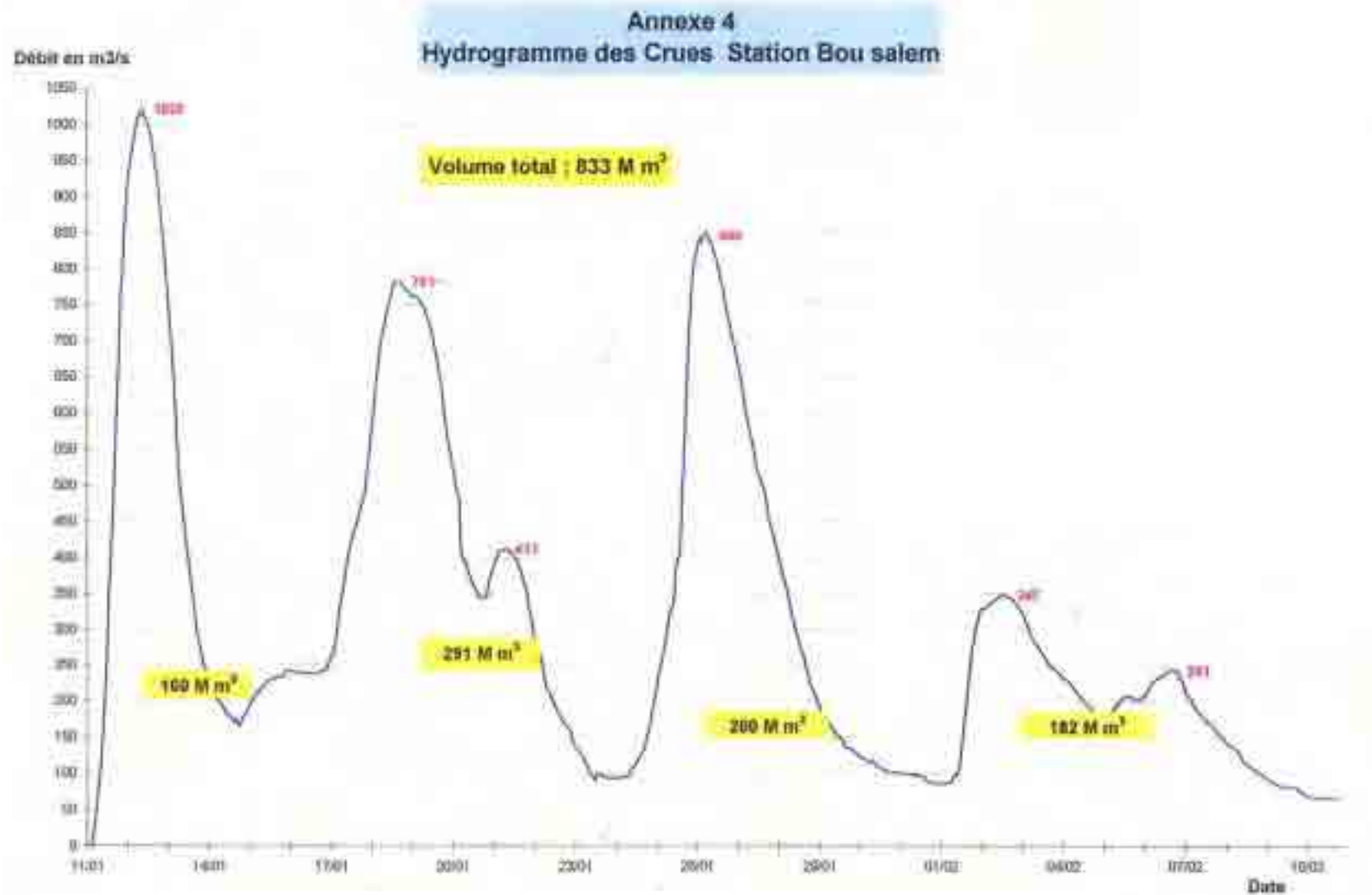


図 3-4-1 2003 年 1 月洪水のハイドログラフ例 (メジェルダ川、Bou Salem)

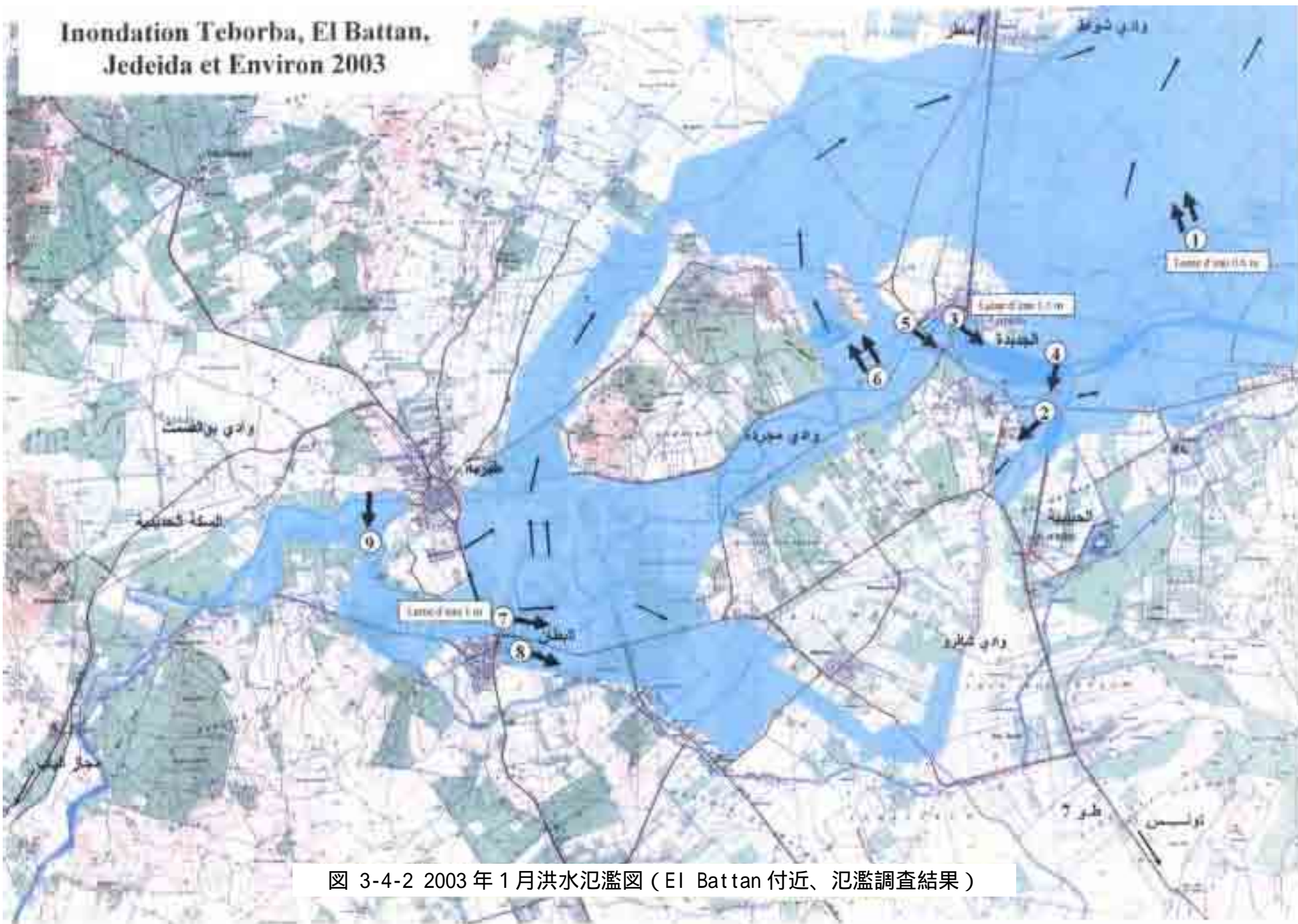


图 3-4-2 2003 年 1 月洪水氾滥图 (El Battan 附近、氾滥调查结果)

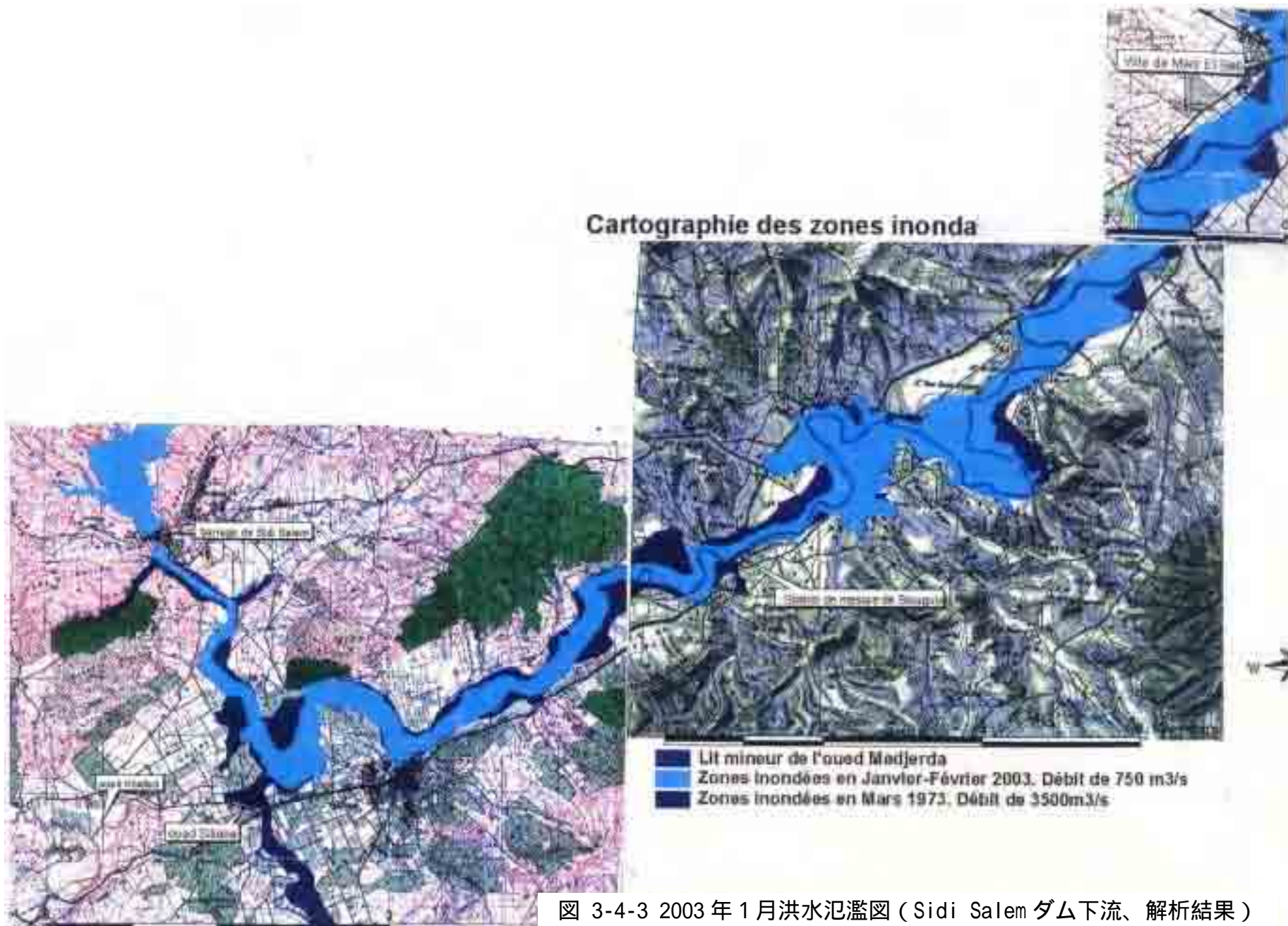


図 3-4-3 2003 年 1 月洪水氾濫図 (Sidi Salem ダム下流、解析結果)

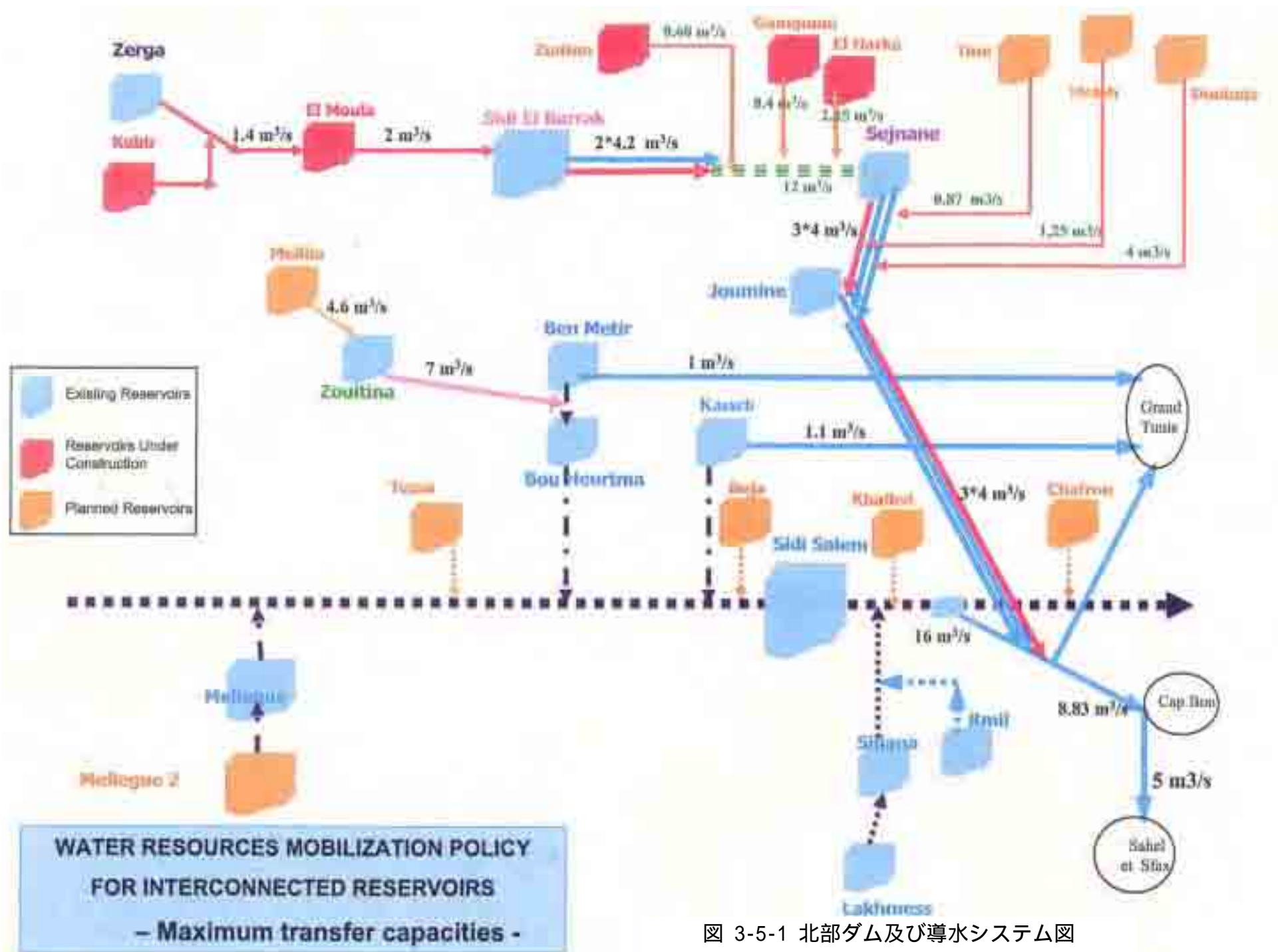


图 3-5-1 北部ダム及び導水システム図

第4章 環境予備調査

4 - 1 環境社会配慮関連機関

チュニジアの環境行政は環境・持続的発展省（MESD: Ministry of Environment and Sustainable Development）が司っている。この省の中には二つの局（生活環境総局、持続的発展局）と五つの機関（庁、センター：ONAS, ANPE, APAL, CITET, ANER）がある。本プロジェクトに関連する環境関連の省庁として以下のような機関がある。

1) 生活環境総局（DGEQV : Direction General de L' Environment et de la Qualite de la Vie)

環境に関する政策・計画の立案、環境保全に関する各機関の活動のアレンジ・モニタリングの実施、汚染対策・キャンペーン、生活環境の改善計画の立案等を実施している。今回、SW 協議に2名の参加があった。

2) 環境保護庁(ANPE: Agence Nationale de Protection de L' Environment)

1993年2月のDecree No.93-335によって設置された比較的新しい機関であり、環境実務の点から大きな位置を占めている。職員数は約300人である。チュニジアの環境保全に関する責任官庁であり、環境アセスメントの指示・審査、全国土の環境モニタリング等を実施している。また、汚染物質排出の規制等もこの機関の担当である。今回SW 協議に1名の参加があった。

3) 下水道事務局（ONAS : Office National de l' Assainissement）

1974年に設立された機関である。都市・工業等からの排水による水汚染防止を担当しており、全国下水道整備の計画立案と実施下水道設備の運営等を行うほか、排水に関するデータベース整備も行っている。

4) 国際環境技術センター（CITET: Centre International des Technologies de l' Environment）

環境に関する技術の研究・開発・教育を実施している。チュニジア国においては、環境分野の情報公開が遅れており、データ、報告書等は各担当者、担当部局が個別に保持していることが多い。ただ、今回のインタビュー結果では、このCITETには比較的データ、情報がそろっているとのことである。当機関を訪問するには大臣のレターが必要とのことで、今回調査では訪問することはできなかったが、本格調査に際しては当機関での情報収集が必要と考えられる。

上記以外に厚生省(Ministere de la Sante Publique)に属する衛生・環境局(DHMPE: Direction de l' Hygiene du Milieu et de la Protection de l' Environment)が主として飲料水保全の観点から水資源の管理・下水道の整備等に関わっているほか、環境省の海

岸保全庁 (APAL: Agence de nationale de Protection du Littoral) が海岸部の環境保全に関わっている。

また、地方においては、主として県の下 Municipalities が環境分野の組織を有し、緑地の保全、ゴミ収集、環境美化等の活動を行っているところが多い。チュニジアにおける環境関連の NGO は、あまり活発ではないものの、いくつかの団体が活動を行っている。代表的なものは、1977年に設立された ATPNE (自然保護、住民啓発、環境調査等)、1975年設立の AA0 (鳥類保護) 等である。

4 - 2 環境法制度の現況

<概要>

チュニジアにはいわゆる環境基本法はない。主要な環境関連法規は表 4-2-1 に示すとおりである。今回調査に関する主要な法律としては、防災に関する法律として No.91-39, June 8, 1991, Relative to combat disaster and their prevention and urgency organizations があり、また、歴史的な橋梁等、文化財保護については No.86-35, May 9, 1986 Law for the protection archaeological, historical, natural and urban sites で定められている。

排水に関する規制は、1989年に N.T.106.002 (INNOPRI) で定められており、飲料水については、飲料水水質基準 (案) が厚生省によって策定されている。

主要な国際条約としては、ワシントン条約、ラムサール条約、世界遺産条約、生物多様性保護条約、気候変動枠組み条約を批准している。ただし、国境を越えた活動に関する環境影響評価条約 (Espoo Convention) には参加していない。

<環境影響評価精度>

環境影響評価制度に関する法律として、1991年の Decree No.91-362 がある。この法律は 2005年に改定され、現在はこれをもとに各種プロジェクトに関する環境影響評価が実施されている。この法律では、68種類のプロジェクトが、環境に影響を与える可能性の程度に応じて、次ページの表に示す3種類に分類され、Appendix としてリストアップされている。

河川に関するプロジェクトとしては、大ダムプロジェクトが Appendix 1, カテゴリー-B に、導水路の建設が Appendix 2 に挙げられている。それ以外の、堤防の建設、河川の掘削等は、この Appendix としては挙げられていない。

チュニジア国環境影響評価制度におけるカテゴリー区分

カテゴリー区分		EIA 実施の義務と審査期間	河川工事に関する行為
Appendix 1	A	その活動が環境に大きな影響を与える可能性があり、EIA の実施が義務付けられている。審査期間は 21 日。ただし、近傍に環境上配慮を要する地域（自然公園等）があれば、審査期間はカテゴリー-B と同じく 3 ヶ月となる。	なし
	B	その活動が環境に大きな影響を与える可能性があり、EIA の実施が義務付けられている。審査期間は 3 ヶ月。	大規模ダム建設
Appendix 2		その活動が環境に大きな影響を与える可能性は少ないため、プロジェクト概要書の提出のみでよい。	導水路建設

出典：Decret no 2005 1991 Du 11 juillet 2005, relative a l' etude d' impact sur l' environnement et fixant les categories d' unites soumises a l' etude d' impact sur l' environnement et les categories d' unites soumises aux cahiers des charges

環境影響評価の際の TOR は、そのプロジェクトの都度、ANPE と協議することとなっている。提出された評価書の審査は、ANPE が実施するとされているのみで、詳細は記載されていない。インタビューによると、審査委員会が設立されているとのことであるが、メンバー等は不明な点が多い（ANPE 職員だけで構成されている可能性もある）。また、評価書の公開等については記載がなく、実際に公開されておらず、また、公聴会等も開催されていないようである。ただし、自然公園等、環境上配慮が必要な個所については、管理者等の意見を聴取する必要が記載されている。

また、環境影響評価書に記載すべき事項は以下のとおりとしている。

< 環境影響評価書記載必要事項 >

- 1 プロジェクトの詳細
- 2 周辺環境の状況と解析
- 3 予想される直接、間接の影響の解析。特に自然資源、動植物への影響、法律で規定された自然保護地域、文化財保護地域への影響。
- 4 影響の低減策、有害な影響への対応とその費用
- 5 環境マネジメント計画

新規に建設が予定されている TESSA ダムの環境影響評価書を参考に入手した（収集資料 5）。この評価書は、約 130 ページに及ぶもので、報告書の構成は前書き（5 ページ）、プロ

プロジェクトのジャスティフィケーション（19 ページ）、環境の現況（45 ページ）、インパクトの推定（38 ページ）、負のインパクトへの対策（21 ページ）となっている。

ただし、この報告書では、大部分の記載が既存資料に基づくものであり、大規模な現地調査は実施されておらず、現地住民のインタビュー調査等も行われていない。掲載されている図面も縮尺は 1:180,000 などの大縮尺の図面が大部分である。インパクトの評価はそれぞれの行為に対するインパクトの点数付けで評価を行っているが、大部分は定性的なものであり、詳細な解析による評価は実施されていない。

< JICA プロジェクトと環境影響評価 >

今回、チュニジア国環境省国家環境保護庁 (ANPE) 環境影響審査部 (Direction des Etudes de l'Impact) のディレクターである Ms. Habia Oueslati と面談を行い、本 JICA プロジェクトを説明し、チュニジア国環境影響評価手順の適用について、議論を行った。その結果、Ms. Habibakara から以下のような指摘があった。

「チュニジア国環境影響評価は、具体的な行為を対象としたものであり、JICA プロジェクトのようなマスタープランは、チュニジア国環境影響評価の対象とはならない。そのため、JICA 調査の中で、チュニジア国の制度に沿った環境影響評価書を提出し、承認を求めることは不要である。ただし、計画策定の中で、環境に対する配慮を十分に行うことは非常に重要であることはもちろんであり、形式上は必要ないとはいえ、十分な配慮を求めたい」

また、チュニジア国環境影響評価に準拠した手順が不要であることは、農業省環境担当者 (Ms. Madiha Abid) も指摘しているほか、環境省国際協力室長 (Mr. Hammedi Bel Hadji ali) でも同様の意見であった。

以上のことから、本格調査における環境社会配慮は、チュニジア国の制度にとらわれることなく、JICA ガイドラインに従い、実質的な環境社会配慮を実施していけばよいものと考えられる。

4 - 3 ダム、河川構造物等に対する住民の意識、土地所有、移転

チュニジアにおいて特徴的なことは、ダム・河川構造物等の公共施設建設に対する反対意見・行動が極めて少ないことである。今回、様々な人々と面談する中で、ダムへの反対運動の存在に言及したのは、唯一、農業省の環境担当者のみであり、それも南部の極めて閉鎖的な地域での土地収用の問題のみであった。また、インターネットにおいても、チュニジアにおけるダム建設に対する反対意見はまったく見つけることはできなかった。

今回、こうした反対運動の少ない理由について、各所で意見を聞いた。その結果は、いずれも、チュニジアは水資源が希少であり、国民がダム建設について理解している、土地収用については十分な補償がなされている、公共事業によって雇用が確保される、の3点が反対運動の無い理由として説明された。

政府の強攻策により反対意見が押さえ込まれている可能性もあるが、いずれにしても、チュニジアにおいては国民の間に、ダム等の公共構造物の建設と土地収用について、アレルギーが無いことは事実のようである。

本格調査においては、現地住民のインタビュー調査、Stake Holder Meeting 等により、住民の真実の声を汲み取りつつ調査を進めていく必要がある。

チュニジア国における土地所有形態は、多くの土地が民有地となっており、先進国諸国と大きく異なるところはない。河川敷内においても民有地が存在するが、河川周辺においては、川の両側一定距離内（距離はインタビューする相手によって異なるが100m～200mらしい）には、構造物の建設、農業の営みは禁止されているとのことである（ただし、農業については厳格に守られているわけではない）。

土地収用は1976年公布、2005年改訂の土地収用法（Loi n°76-85 du 11 août 1976, portant refonte de la législation relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique）によって行われる。この法律によると、政府による土地収用は大統領令によって行われ、土地、建物、樹木に対して補償が行われる。土地を収容する方法は所有者との合意によるものと、裁判所の調停によるものの2種類とされている。価格の算定に際しては、地域委員会の設立と土地を収用する側と収容される側の双方からの価格評価者による算定システムが導入されている。

4 - 4 貴重種、公園、少数民族、遺跡、文化財他

チュニジア国においては、9ヶ所の国立公園と14ヶ所の自然保護区がある。このうち、メジェルダ川流域に存在するのは、上流部のアルジェリア国境付近に、Feija国立公園があるのみである。Feija国立公園はJendouba県に位置し、1990年の公園指定で、面積は2,632haである。

チュニジア国において、法的に保護されている種、絶滅が危惧されている種は、次表のとおりである。

チュニジアにおける保護種と絶滅危惧種

種類	保護種	絶滅危惧種
鳥類	34	-
哺乳類	16	10
両生類	4	4

出典：Country Profile on Environment, Tunisia, Feb.2002, JICA を編集

チュニジアにおける環境問題のうち、国際的に注目されている問題のひとつに、Ishkeul 湖がある。この湖はチュニジア国北部に位置し、湖面の平均面積 89km²、流入主要 6 河川の流域面積は 2,080km² を有する。渡り鳥の越冬地として有名であり、UNESCO 世界遺産として指定されている。しかし、1983 年に Joumine 川の Joumine ダムの建設を始めとして、流入する河川にいくつかのダムが建設され、Ishkeul 湖への流入水量が減少することとなった。そのために Ishkeul 湖では湖面の縮小、湿地帯の乾燥、縮小等の事態が発生し、生態系に大きな影響が出始めたことから、1996 年には UNESCO から「危機にさらされている世界遺産」の指定を受けるに至っている。これに対処するために、各種の機関によって調査、モニタリングが実施され、隣接湖との間の閘門の建設、一定水量の Ishkeul 湖への放流等の対策が実施されている。Ishkeul 湖に流入する河川はメジェルダ川の北部に隣接し、ダムで蓄えられた水はメジェルダ川水系へ導水されている。今回 JICA プロジェクトは洪水時の問題が主体となるため、Ishkeul 湖の環境問題とは直接の関係は無いと考えられるが、調査に際しては、こうした国際的な環境問題が隣接地域で発生していることを念頭におく必要がある。

今回、環境省・農業省エンジニアとの面談の結果では、流域においては、鳥・魚・植物等の貴重種は確認されておらず、少数民族等も存在しないであろうとのことである。流域が極めて人為の影響の大きい地域であることを考えると、うなずける回答であるが、これはあくまでインタビューと現地踏査の印象による結果である。ただ、参考資料（国別農業・農村開発指針策定調査報告書、平成 17 年 8 月、(財)国際開発センター）によると、メジェルダ川流域最北西部の Jendouba 県 Ain Drahem 地区、Tabarka 地区は重要な森林地帯として知られており、遊牧民のテント部落の多い地域であるとされている。ただ、この地域では、耕地拡大のための開墾、森林での放牧、非合法的な木材の伐採のため森林資源の減少を招き、土壌浸食や植生の破壊を招いているとされている。

メジェルダ川には古い時代に建設され、文化財としての価値を持つ橋が存在する。その代表的なものは Medjes el bab にある Medjes 橋であり、橋の中央部には 1088 年と刻まれているが、現在の橋はその後再建された可能性があり、文献によると 1677 年に建設されたものである。2003 年の洪水に際しては、この橋の疎通能力が小さいため、橋の上流部から溢水し、町が大きな被害を受けたと言われている。また、下流部では、Jedeida に 1890 年

建設の橋(Vieille Pont of Jedeida)と最下流部の Protville に Pont de Bizerte (建設年不明)がある。主な古い橋はこの3橋とのことであるが、これ以外の橋ならびに文化財としての指定の状況、規制の状況は Ministry of Culture での調査が必要とのことである。Ministry of Culture 訪問には、農業省大臣からのレターが必要とのことであり、今回調査ではこれ以上の調査は実施していない。

4 - 5 環境予備調査

環境予備調査として、現地踏査・資料収集のうえで、環境社会配慮質問書回答書(JICAガイドラインフォーマット)をもとに現地カウンターパート機関と面談し、スクリーニング/スコーピングを実施した。また、環境省国家環境保護庁(ANPE)環境影響審査部(Directure des Etudes el ' Impact)ディレクターMS. Habia Oueslati 及び環境生活環境総局(DGEQV)国際協力局ディレクターMr. Hammed Bel Hedi Ali と面談し、スクリーニング/スコーピングについての意見を聴取した。

本プロジェクトはマスタープランの策定であり、現時点ではプランの内容は不明な点が多い。プロジェクトがダムの放水流量の運用、コミュニティによる応急対策、警報・避難体制の整備等の非構造物対策だけで対処する場合には、環境に与える影響はきわめて小さい。それに比べ、構造物対策・土木工事が含まれる場合や、特定地域への洪水が容認される場合は、環境に大きな影響を与える可能性がある。そのため、本調査におけるスクリーニング/スコーピングは、環境に影響を与える可能性のある構造物対策(堤防の築造、河川の掘削、放水路の建設)ならびに一定の洪水湛水域の容認が含まれる可能性があることを念頭におき、ダムオペレーションによる洪水流量の変化、に加え、これらの構造物が建設された場合を想定し、各行為に対してスコーピングを実施した。

以上の面談の結果及び現地踏査、現地住民等のヒアリングをもとに、本調査団環境社会配慮団員がスクリーニング/スコーピングを実施した。その結果は表 4-5-1 及び 4-5-2 に示すとおりである。今回調査はマスタープランのための事前調査であり、構造物建設の有無、規模、位置等は不明である。そのため、マイナス面の影響が考えられる場合でも極めて漠然としたものであるが、今回スコーピングにおいて B または C 判定とされたものは、以下の 15 項目である。

<住民移転>

堤防、放水路等の建設が提案された場合、用地取得のために住民移転が必要となる可能性がある。住民移転が発生する地点での構造物対策は避けることが望ましいが、解析の結果によっては洪水防御のために不可欠な構造物の計画を余儀なくされる場合も考えられる。計画立案に先立ち、現地踏査、インタビュー調査等により、家屋の分布、住民の意向等を調査しておく必要がある。

前に述べたように、チュニジア国においては、公共事業に対するアレルギーは少なく、現在計画されているダム建設、現在実施中の放水路建設に伴う住民の立ち退きも、大きな問題・反対はないようである。ただし、本当に反対意見はないのか、問題はないのか等については、現地住民の率直な意見の聴取等、十分な現地調査をもとに判断する必要がある。

< 経済活動、生活、生計 >

構造物対策が提案された場合、堤防、放水路等の構造物の土地専有、洪水湛水域における農林業活動への影響、流量変化による漁業への影響が考えられる。計画に先立ち、現地踏査、インタビュー調査等により、現在の地元の経済活動、生活、生計の状況を調査し、それらに与える影響を最小限にするように計画する必要がある。

< 地域分断、住民組織 >

放水路が地域の中に作られた場合、地域が分断されるおそれがある。計画に先立ち、現地踏査、インタビュー調査等により、地域コミュニティの状況を調査し、それらに与える影響を最小限にするように計画する必要があると同時に、分断が避けられない場合は橋梁の建設等を計画する必要がある。

< 土地利用 >

構造物対策が提案された場合、堤防、放水路等の土地専有、洪水湛水域における農林業活動への影響が予想される。現地踏査、インタビュー調査等により、現在の土地利用状況を調査し、与える影響を最小限にするように計画する必要がある。

< 貧困層、先住、少数民族 >

通常、湿地、旧河道等の災害常襲地帯の居住者は貧困層であることが多い。非構造物対策として一部の洪水湛水域の容認が認められた場合は、こうした貧困層に大きな影響を与える可能性がある。計画立案に先立ち、計画立案に先立つ土地所有・利用調査、住民意向調査等による実態と問題点の把握を行い、貧困層に配慮した計画とすることが望まれる。

< 裨益等の不均衡 >

一部の洪水域の容認、堤防の建設による溢水箇所の変化等、洪水被害が減少する地域と増大する地域の双方が発生し、裨益の不均衡が出現する可能性がある。工学的な観点から、被害が増大する地域が出現することをできるだけ避ける計画とするとともに、現地での聞き込み等により土地利用、住民の意向等を調査し、問題がないよう配慮する必要がある。

< 遺跡・文化財 >

メジェルダ川には現在確認しているだけでも3箇所の歴史的橋梁が存在し、これらの橋

の疎通断面が小さいため洪水の原因になっている可能性がある。そのため、こうした橋梁の改修が必要となる可能性もある。チュニジア国文化庁において歴史的橋梁の分布、重要性、構造等を調査すると同時に、現地での実測等をもとに、改修の必要性、方法等を検討する必要がある。

<利益の対立>

裨益等の不均衡と同じく、一部の洪水域の容認、堤防の建設による溢水個所の変化等、洪水被害が減少する地域と増大する地域の双方が発生し、裨益の不均衡が出現する可能性がある。工学的な観点から、被害が増大する地域が出現することをできるだけ避ける計画とするとともに、現地での聞き込み等により土地利用、住民の意向等を調査し、問題がないよう配慮する必要がある。

<水利権、入会権>

メジェルダ川流域では、少数ではあるが漁業が営まれている。そのため、構造物の建設、流量の変化によっては漁業活動へ影響を与える可能性がある。また、洪水湛水域が共有地である場合、入会権に影響を与える可能性がある。現地踏査、インタビュー調査等により、現在の漁業の実態、入会権の実態を調査し、与える影響を最小限にするように計画する必要がある。

<災害、伝染病>

容認される洪水湛水域が地すべり地帯であった場合、湛水に伴う地すべり活動の活発化が懸念される。計画に先立ち、現地踏査による地形・地質状況の把握と地すべり危険性の解析、それをもとに、地すべり危険地帯での洪水湛水域の容認は回避することが望ましい。また、湛水期間が長期化することにより、害虫の発生、伝染病の発生が懸念される。湛水域が容認されるとしても、湛水期間は短期間に留めるよう計画する必要がある。

<湖沼・河川流況>

今回プロジェクトは洪水を対象としたものであるため、河川流況は大きく変化する可能性が高い。総じて、流況はプラス側に変化すると考えられるが、一部、マイナス側に変化する可能性もある。プロジェクトの中では、河川流況に対して種々の調査、解析が実施されるが、環境の面からマイナス側の影響はできるだけ少なくするように計画してゆく必要がある。

<海岸・海域>

メジェルダ川においては数多くのダムが建設され、過去と比べると流況は大きく変化していると考えられるが、海岸侵食、海浜の減少等は問題となっていない。しかし、今回の

プロジェクトでは洪水時の流況はさらに大きく変化する可能性があり、これが海岸に与える影響は不明である。既存資料の収集・分析、現地踏査による海岸部の地形・地質、漂砂、侵食、堆積の状況を把握し、一定の洪水を容認した土砂供給の継続等、海岸の保全にも配慮した計画とする必要がある。

< 動植物、生物多様性 >

メジェルダ川流域は人為の影響が大きく、自然が残されている地域は少ない。また、貴重種の分布については、存在しない可能性も多いが、現在では不明である。ただ、残された自然に対して、構造物の建設による生息域の破壊、流量の変化による生息環境の変化等の影響が考えられる。既存情報の収集、分析、Phase 1での現地概査、Phase 2での現地調査による貴重種分布の把握をもとに、動植物に配慮した計画とする必要がある。

さらに、北部 Ishkeul 湖はユネスコによる「危機にさらされている世界遺産リスト（危機遺産リスト）」に挙げられている。Ishkeul 湖はメジェルダ川流域ではないが、北部導水プロジェクトによって、Ishkeul 湖に注ぐ河川の水の相当量がメジェルダ川に導水されている。調査に際しては、こうした事態も念頭において計画を立案してゆく必要がある。

< 景観 >

堤防の建設等により景観が変化する可能性がある。調査の中で、既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査による住民意識確認等を実施し、状況を把握するとともに、優れた景観を有する地域では構造物対策を立案しない等の配慮が必要である。

< 騒音・振動 >

建設機械の稼働による騒音・振動の発生が考えられる。家屋近傍の構造物計画は避けると同時に、適切な工事計画が必要である。

< 交通事故等 >

工事用車両の増加による交通事故の発生が考えられる。安全教育の実施、適切な交通対策による工事用車両の台数低減等の配慮が必要となろう。

表 4-2-1 主要環境関連法規

Laws and Relevant Regulation	Name of Law and Regulation	Authority concerned
No.66-27, April 1960	Work code includes chapter for hazardous establishment, insalubrious and incommodes	Ministry of Social Affairs
No.75-16, March, 1975	Waters code to regulate management and consumption of water in public domain	Agricultural Ministry
No.82-1355, Oct.16,1982	Decree of recuperate used oil	Ministry of Industry
No.83-87, Nov.11, 1983	Law for agriculture lands protection	
No.85-86, Jan.2, 1985	Decree to the regulation of discharging in receiving area	Ministry of Agriculture
No.86-35, May 9, 1986	Law for the protection archaeological, historical, natural and urban sites	Ministry of Culture
No.83-87, Nov.11, 1987	Law to the land protection	Ministry of Agriculture
No.66-60, July 4,1966 No.88-20, April 1988	Forest code	Agricultural Ministry
No.88-91, Aug.2, 1988	Law for the creation of National Protection Agency	ANPE
No.106-002, July 20,1989	Decree to the Tunisian norms of effluent discharging in the hydraulic areas	ANPE
No. 89-20, Feb.1989	Law relative to exploit the carriers	Ministry of Environment
No.90-2273, Dec.25, 1990	Decree of status of controller and expert of national environment protection agency	ANPE
No.66-27, Apr.30, 1991	Decree of impact study assessment	Ministry of environment
No.91-39, June 8, 1991	Relative to combat disaster and their prevention and urgency organizations	Ministry of Interior
No.122-92, Dec.29, 1992	Law to land protection	ANPE
No.92-72, Aug.3, 1992	Law for plants protection	
No.93-120, Dec.27,1993	Investment code	Ministry of Industry
No.93-2055, Oct.34,1993	Decree to the annual price of President of the Republic for Nature and Environmental Protection	Ministry of Environment
No.93-3903 and 304, Feb.1, 1993	Decree for fixing the attribution and organization of Ministry of Environment	Ministry of Environment
No.94-16, Jan 31, 1994	Law of specifications relative to manage industrial areas	Ministry of Industry
No.95-72, July 24,1995	Law for the creation of National Protection and Littoral management Agency	APAL
No.95-98, July 24, 1995	Law for organic communes relative to collecting, and elimination of the solid waste for local communities	Ministry of Environment
No.73-95, July 24, 1995	Law relative to Public Maritime Domain	APAL
No.29-96, Apr.3, 1996	Law to rapid intervention to combat marine pollution	ANPE
No.94-96, June 10, 1996	Decree of the solid waste : control, management and elimination	ANPE
No. 97-1102, June 2, 1997	Decree to the conditions and modalities of resumption and management of packaging sacks (Eco-life)	ANPE
No.769-99, Apr.5, 1999	Decree to create National Agency of Sanitary and Environmental Control of Products	Ministry of Health
No.2339, Oct.10,2000	Decree to fixation of hazardous wastes	ANPE
No. 2000, Oct.10, 2000	Hydrocarbons code	Ministry of Industry

表 4-5-1 予備的スコーピング (ダムオペレーションによる洪水流量の変化)

	想定されるマイナス面の影響	総合判定	計画段階		工事段階				供用段階			
			土地収用	土地利用計画の变化、水利権・入会権の制限	河道の拡張、掘削	擁壁、堤防、水路等の建設	建設機械の稼働	河川周辺での経済活動等への制限	排水、流量の変化	水の分配	堤防、水制、水門等による土地の専有	移住者の増大
社会環境	1 住民移転											
	2 経済活動、生活・生計											
	3 土地利用											
	4 地域分断、住民組織											
	5 既存生活施設、サービス											
	6 貧困層、先住・少数											
	7 裨益等の不均衡	C							C			
	8 遺跡・文化財											
	9 利益の対立	C							C			
	10 水利権・入会権	C							C			
	11 保健衛生											
	12 災害(リスク) 伝染病											
自然環境	13 地形・地質											
	14 地下水											
	15 土壌浸食											
	16 湖沼・河川流況	B							B			
	17 海岸・海域	B							B			
	18 動植物、生物多様性	B							B			
	19 気象											
環境汚染公害	20 景観											
	21 地球温暖化											
	22 大気汚染											
	23 水質汚濁											
	24 土壌汚染											
	25 廃棄物											
	26 騒音・振動											
	27 地盤沈下											
	28 悪臭											
	29 底質											
	30 交通事故等											

判定の区分； A：重大な影響が見込まれる、 B：多少の影響が見込まれる
 C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる）
 空欄：ほとんど負の影響は考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない

表 4-5-1 予備的スコーピング（堤防の建設）

	想定されるマイナス面の影響	総合判定	計画段階		工事段階				供用段階			
			土地収用	土地利用計画の水利権・入会権の制限、変化、	河道の拡張、掘削	擁壁、堤防、水路等の建設	建設機械の稼働	河川周辺での経済活動等への制限	排水、流量の変化	水の分配	堤防、水制、水門等による土地の専有	移住者の増大
社会環境	1 住民移転	C	C			C		C			C	
	2 経済活動、生活・生計	C	C			C		C			C	
	3 土地利用	C	C			C		C			C	
	4 地域分断、住民組織	C	C			C					C	
	5 既存生活施設、サービス											
	6 貧困層、先住・少数											
	7 裨益等の不均衡	C							C		C	
	8 遺跡・文化財											
	9 利益の対立	C							C		C	
	10 水利権・入会権											
	11 保健衛生											
	12 災害（リスク） 伝染病											
自然環境	13 地形・地質											
	14 地下水											
	15 土壌浸食											
	16 湖沼・河川流況											
	17 海岸・海域											
	18 動植物、生物多様性	C									C	
	19 気象											
20 景観	B									B		
21 地球温暖化												
環境汚染公害	22 大気汚染											
	23 水質汚濁	C					C					
	24 土壌汚染											
	25 廃棄物											
	26 騒音・振動	C					C					
	27 地盤沈下											
	28 悪臭											
	29 底質											
	30 交通事故等	C					C					

判定の区分； A：重大な影響が見込まれる、 B：多少の影響が見込まれる
 C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる）
 空欄：ほとんど負の影響は考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない

表 4-5-1 予備的スコーピング (河床の掘削)

	想定されるマイナス面の影響	総合判定	計画段階		工事段階				供用段階			
			土地収用	土地利用計画の变化、水利権・入会権の制限	河道の拡張、掘削	擁壁、堤防、水路等の建設	建設機械の稼働	河川周辺での経済活動等への制限	排水、流量の変化	水の分配	堤防、水制、水門等による土地の専有	移住者の増大
社会環境	1	住民移転										
	2	経済活動、生活・生計										
	3	土地利用										
	4	地域分断、住民組織										
	5	既存生活施設、サービス										
	6	貧困層、先住・少数										
	7	裨益等の不均衡										
	8	遺跡・文化財										
	9	利益の対立										
	10	水利権・入会権										
	11	保健衛生										
	12	災害(リスク) 伝染病										
自然環境	13	地形・地質										
	14	地下水										
	15	土壌浸食										
	16	湖沼・河川流況	C		C				C			
	17	海岸・海域	C		C				C			
	18	動植物、生物多様性	B		B				B			
	19	気象										
環境汚染公害	20	景観										
	21	地球温暖化										
	22	大気汚染										
	23	水質汚濁	B		B		B					
	24	土壌汚染										
	25	廃棄物										
	26	騒音・振動	C				C					
	27	地盤沈下										
	28	悪臭										
	29	底質										
30	交通事故等	C				C						

判定の区分； A：重大な影響が見込まれる、 B：多少の影響が見込まれる
 C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる）
 空欄：ほとんど負の影響は考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない

表 4-5-1 予備的スコーピング（放水路の建設）

	想定されるマイナス面の影響	総合判定	計画段階		工事段階				供用段階			
			土地収用	土地利用計画の制限、水利権・入会権の制限	河道の拡張、掘削	擁壁、堤防、水路等の建設	建設機械の稼働	河川周辺での経済活動への制限	排水、流量の変化	水の分配	堤防、水制、水門等による土地の専有	移住者の増大
社会環境	1 住民移転	B	B	B				B			B	
	2 経済活動、生活・生計	B	B	B				B			B	
	3 土地利用	B	B	B				B			B	
	4 地域分断、住民組織	B	B	B				B			B	
	5 既存生活施設、サービス											
	6 貧困層、先住・少数	B	B	B				B			B	
	7 裨益等の不均衡											
	8 遺跡・文化財	C				C					C	
	9 利益の対立	C	C	C		C			C		C	
	10 水利権・入会権	C							C			
	11 保健衛生											
	12 災害（リスク）、伝染病											
自然環境	13 地形・地質											
	14 地下水											
	15 土壌浸食											
	16 湖沼・河川流況	B						B				
	17 海岸・海域											
	18 動植物、生物多様性	B							B			
	19 気象											
20 景観	B									B		
21 地球温暖化												
環境汚染公害	22 大気汚染											
	23 水質汚濁	C						C				
	24 土壌汚染											
	25 廃棄物											
	26 騒音・振動	B					B					
	27 地盤沈下											
	28 悪臭											
	29 底質											
	30 交通事故等	C					C					

判定の区分； A：重大な影響が見込まれる、 B：多少の影響が見込まれる
 C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる）
 空欄：ほとんど負の影響は考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない

表 4-5-1 予備的スコーピング (洪水湛水域の容認)

	想定されるマイナス面の影響	総合判定	計画段階		工事段階				供用段階			
			土地収用	土地利用計画の制限、水利権・入会権の制限	河道の拡張、掘削	擁壁、堤防、水路等の建設	建設機械の稼働	河川周辺での経済活動への制限	排水、流量の変化	水の分配	堤防、水制、水門等による土地の専有	移住者の増大
社会環境	1 住民移転	C	C	C				C	C		C	
	2 経済活動、生活・生計	B	B	B				B	B		B	
	3 土地利用	B	B	B				B	B		B	
	4 地域分断、住民組織											
	5 既存生活施設、サービス											
	6 貧困層、先住・少数	C	C	C				C	C		C	
	7 裨益等の不均衡	C	C	C				C	C		C	
	8 遺跡・文化財											
	9 利益の対立	C	C	C				C	C		C	
	10 水利権・入会権											
	11 保健衛生	C							C		C	
	12 災害(リスク)、伝染病	C							C		C	
自然環境	13 地形・地質											
	14 地下水											
	15 土壌浸食											
	16 湖沼・河川流況	B							B		B	
	17 海岸・海域											
	18 動植物、生物多様性	B							B		B	
	19 気象											
20 景観	B							B		B		
21 地球温暖化												
環境汚染公害	22 大気汚染											
	23 水質汚濁											
	24 土壌汚染											
	25 廃棄物											
	26 騒音・振動											
	27 地盤沈下											
	28 悪臭											
	29 底質											
	30 交通事故等											

判定の区分； A：重大な影響が見込まれる、 B：多少の影響が見込まれる
 C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる）
 空欄：ほとんど負の影響は考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない

表 4-5-2 予測される主要な環境社会影響の要約

想定される影響項目	評定	マイナス面の程度	予測方法	想定される対応策
住民移転	B	堤防、放水路等の建設が提案された場合は用地取得が必要になる可能性がある。	既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査、土地所有・利用調査による状況確認	計画立案に先立つ土地所有・利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
経済活動、生活、生計	B	構造物専有地、洪水湛水域における農林業活動への影響、流量変化による漁業への影響	既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査、土地利用調査による状況確認	計画立案に先立つ土地利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
地域分断、住民組織	B	放水路が地域の中に作られた場合、地域が分断される可能性がある	既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査等による状況確認	計画立案に先立つ土地利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
土地利用	B	構造物専有地、洪水湛水域における農林業活動への影響	既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査、土地所有・利用調査による状況確認	計画立案に先立つ土地所有・利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
貧困層、先住、少数民族	B	湿地・旧河道等への洪水が許容された場合、こうした地域に主として居住・利用する貧困層への影響拡大	既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査、土地所有・利用調査による状況確認	計画立案に先立つ土地所有・利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
裨益等の不均衡	C	洪水被害が減少する地域と増大する地域の双方で大きな不均衡が発生する可能性がある	洪水解析による洪水域の確認、既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査、土地所有・利用調査による状況確認	洪水の危険が増大する場所の最小化。計画立案に先立つ土地所有・利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
遺跡・文化財	C	歴史的な橋梁を改修することが必要になる可能性がある	橋梁の構造と洪水解析による改修の必要性解析	文化庁において歴史的橋梁の重要度、分布、構造の調査。現地調査による橋梁の構造調査
利益の対立	C	一定地域において、洪水がある程度容認する方法がとられる場合、洪水被害が減少する地域と増大する地域の双方で大きな不均衡が発生する	既存情報の収集・分析、Phase 1 調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase 2 におけるインタビュー調査、土地所有・利用調査による状況確認	計画立案に先立つ土地所有・利用調査、住民意向調査等による問題点の把握
水利権、入会権	C	少数ではあるが漁業が営まれており、構造物の建設、流量の変化による漁業への影響。ダム湛水域が共有地である場合の入会権に与える影響。	既存情報の収集・分析、現地踏査、聞き込み	計画立案に先立つ調査等による問題点の把握

災害、伝染病	C	湛水による地すべりの増大、湛水の長期化による害虫の発生	既存情報の収集・分析、現地踏査による地すべり危険地帯の把握、既存病虫害の調査	地すべり地帯での洪水湛水域容認は回避する、湛水期間を短くする
湖沼・河川流況	B	ダム放水流量運用の変化による河川流況の変化	今回プロジェクトは洪水時の河川流況の改善が大きな目的のひとつであり、種々の調査、解析がプロジェクトの中で実施される	同左
海岸・海域	B	河川流量の変化に伴う海岸侵食の増大、海浜の減少	既存情報の収集・分析、現地踏査による海岸部の地形・地質、漂砂、侵食、堆積状況の把握	一定の洪水を容認することによる土砂の供給
動植物、生物多様性	B	構造物の建設による生息域の破壊、流量の変化による生息環境の変化	既存情報の収集、分析、Phase1での現地概査、Phase2での現地調査による貴重種分布の把握	貴重種分布域では構造物対策は実施しない
景観	B	堤防の建設、放水路の建設等による景観の変化	既存情報の収集・分析、Phase1調査における現地踏査、聞き取り調査、Phase2におけるインタビュー調査による住民意識確認	住民の意向を尊重する。優れた景観を有する個所では構造物対策は実施しない
水質汚濁	B	河川中での工事による汚濁水の発生	既存資料に基づく、現況水質の把握	濁水処理対策の徹底
騒音・振動	B	建設機械の稼働による騒音・振動の発生	既存情報の収集・分析、現地踏査	家屋近傍での工事は避ける、適切な工事計画の策定
交通事故等	C	工事用車両の増大による交通事故の発生	既存情報の収集・分析、現地踏査	安全教育等、適切な交通対策の実施

第5章 アルジェリア国側のメジェルダ川流域

5 - 1 アルジェリア側の水管理関連情報

(1) アルジェリア側メジェルダ川流域の概要

アルジェリア側メジェルダ川流域の概要は次のようになる。

- ・ チュニジア国側としてのメジェルダ川流域は、アルジェリア国側では、メジェルダ-Mellegue川流域と表現した方がよい。アルジェリア国側でメジェルダ川というと、チュニジア国側としては支川であるMellegue川は別河川となる。(注：但し、この報告書では、メジェルダ川流域とは、Mellegue川を含むチュニジア国側の呼称を使うものとする)
- ・ Mellegue川流域の方が、メジェルダ川(本川)流域より数倍大きい。河川水系図を図5-1-1に示す。
- ・ アルジェリア国にとって、国土が広いということもあり、メジェルダ川流域は、約7,870 km²あるが、全体の中では比較的小さな区域となる。
- ・ 流域内のみの人口を区分するのは難しいので、流域にある行政区分(Wilaya)で示すと次のようになっている。

地域区分	1987	1998
Tebessa	107559	153131
Souk Ahras	77954	115417
El Ouenza	38311	39142
Meskiana	14197	22151
Mahmel	10383	21437
M' Daourouch	12698	20539
Ouled Rechache	7402	15171
Hammamat	10130	14988
El Aouinet	8644	12527
計	287278	414503

注：流域内の町の人口データでは、1987年に350071人、1998年に527564人となっており、確認が必要。

- ・ 年間降雨量は、南部が325 mm程度なのに対して、北部は1220 mmとなっている。年間蒸発量は、1370 mm程度である。
- ・ 降雨観測所は、29ヶ所ある。水位流量観測所は5ヶ所ある。各観測所の位置は、図5-1-1に示されている。このうち、水位流量観測所のリストを次に示

す。

観測所名	コード番号	流域(km ²)	年間平均流量 (m ³ /s)	最大洪水流量 (m ³ /s)
Souk Ahras	120101	217	1.6	
Ain Dalia	120115	193	1.81	
Morsoft	120309	1305	0.36	
El Ouenza	120401	4575	3.49	1560 (1988.10)
El Aouinet	120404	3535	1.67	

注：水資源省のデータから転用したが、流量については確認が必要。

- ・ 流域内には、ダムは3ヶ所であるが、規模が大きいのは1ヶ所のみである。

ダム名	地区名	貯水容量 (M m ³)	年間流量 (M m ³ /s)	目的
Ain Dalia	Hennancha	82	45	上水、灌漑
Oued Tarfa	Sidi Fredj	2	1.5	灌漑
Batoum	Taoura	2.1	0.94	灌漑

- ・ その他に、Hill ダムが23ヶ所ある。ほとんどが灌漑用であるが、畜産と兼用もある。ダムの位置を図5-1-2に示す。
- ・ 水質観測も各所で行われている。
- ・ アルジェリア側でも、1973年と2003年には、洪水は大きかった。しかし、チュニジア側のような大きな被害にはなっていない。アルジェリア側では、メジェルダ川流域の治水対策は特にやっていない。洪水被害は、アルジェリア側では大きくない。
- ・ 氾濫の実態調査担当は、水資源庁であるが、被害に関しては内務省の担当になる。
- ・ アルジェリアの河川の計画洪水量については、現在検討中であるが、河川規模などによって何年確率に対応というような検討はしていない。
- ・ 長期計画はHorizon 2025があり、水資源庁が作成した。アルジェリア側の計画実施は、5年計画に基づいて行われる。現在は、2004～2009年計画の実施中。メジェルダ川流域の水資源開発計画は、まだ作成されていない。
- ・ チュニジアでは、ダムをパイプラインでつないだ導水システムが出来ているが、アルジェリアでは、ダム毎に管理され利用されている。
- ・ 水は、アルジェリア側でも不足気味である（但し、具体的な実態の情報は得

られなかった)。上水の給水制限を行ったこともある。

- ・ 水資源管理の責任機関は水資源省であるが、水資源庁(www.anrh.dz)が実務上の機関となる。
- ・ 地形図に関しては、1/50,000 及び 1/25,000 が地理院から購入できる。

(2) 合同委員会と情報交換関係

チュニジア国とアルジェリア国との間には、国際河川、水資源開発・管理に関して、合同委員会がある。

- ・ 1980年代からあり、ほぼ年1回開催して、通常2日間程度。
- ・ 両国で各10人程度がメンバー。MARHの国際協力局長が、チュニジア側の代表で、MARHの関係部局長が委員である。
- ・ 意見・情報交換のみで、特に合意文書はない。但し、地下水開発管理については、リビアも含めて、合意書作成に関して協議している。
- ・ 互いに流域内の調査や計画など説明している。水質汚濁を含めて上流側からの環境影響に関しては、アルジェリアが配慮してくれている。
- ・ アルジェリアとの関係は良く、アルジェリア国の調査データに関しても要求すれば入手できる。
- ・ 他の案件などで、Workshop やセミナーへの両国からの参加はよくある。

5 - 2 アルジェリア側の環境関連情報

アルジェリア側の環境の現状については、官団員アルジェリア訪問時に質問書を手渡した。その後、コンサル団員1名が訪問時にその質問について確認したが、質問書への文書での回答、資料等は準備されておらず、すべて口頭での回答であった。アルジェリア側の主たる回答は以下のとおりである。

< 貴重種・公園の有無、環境の現状 >

メジェルダ川流域内での貴重種の有無は不明である。タラ国立公園が近傍(地中海側)にあるが、流域内ではないと思われる。流域の自然・社会環境の現状については、調査せねばわからない。

< 環境影響評価について >

国全体の EIA ガイドラインはない。しかし、その都度インパクトに関する政令を作成している。水資源に関しては、水資源省が 2005 年に作ったものがあるはずである。大きなプロジェクトについては、大統領令で、EIA を実施することになっている。各担当省庁が、コンサルタントに実施させる。その審査は、環境省が行う。

どのようなプロジェクトに、EIA が必要かについては、リストがある。小規模案件は、地

方自治体が担当する。Espoo 条約の加盟については不明である（インターネットで確認したところ、アルジェリアは加盟国ではない）。

< 環境関連法規、国際条約 >

飲料水基準はあるが、排水基準はない。その他、海岸線法、環境保護法がある。国際条約については、ラムサール、バルセロナ、バーゼル、海洋汚染などについては批准している。

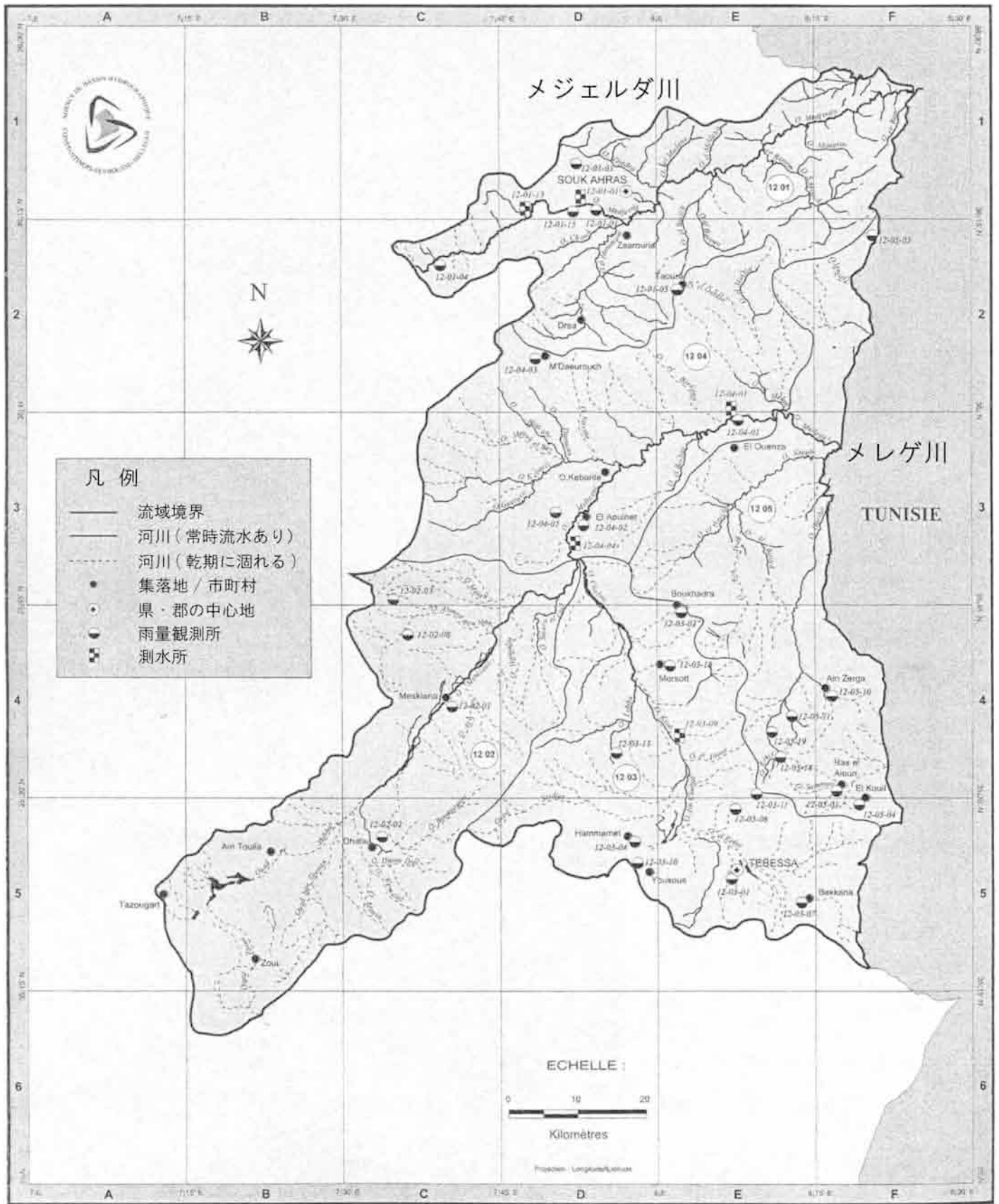


図 5-1-1 アルジェリア国側のメジェルダ川水系及び気象・水文観測所位置図

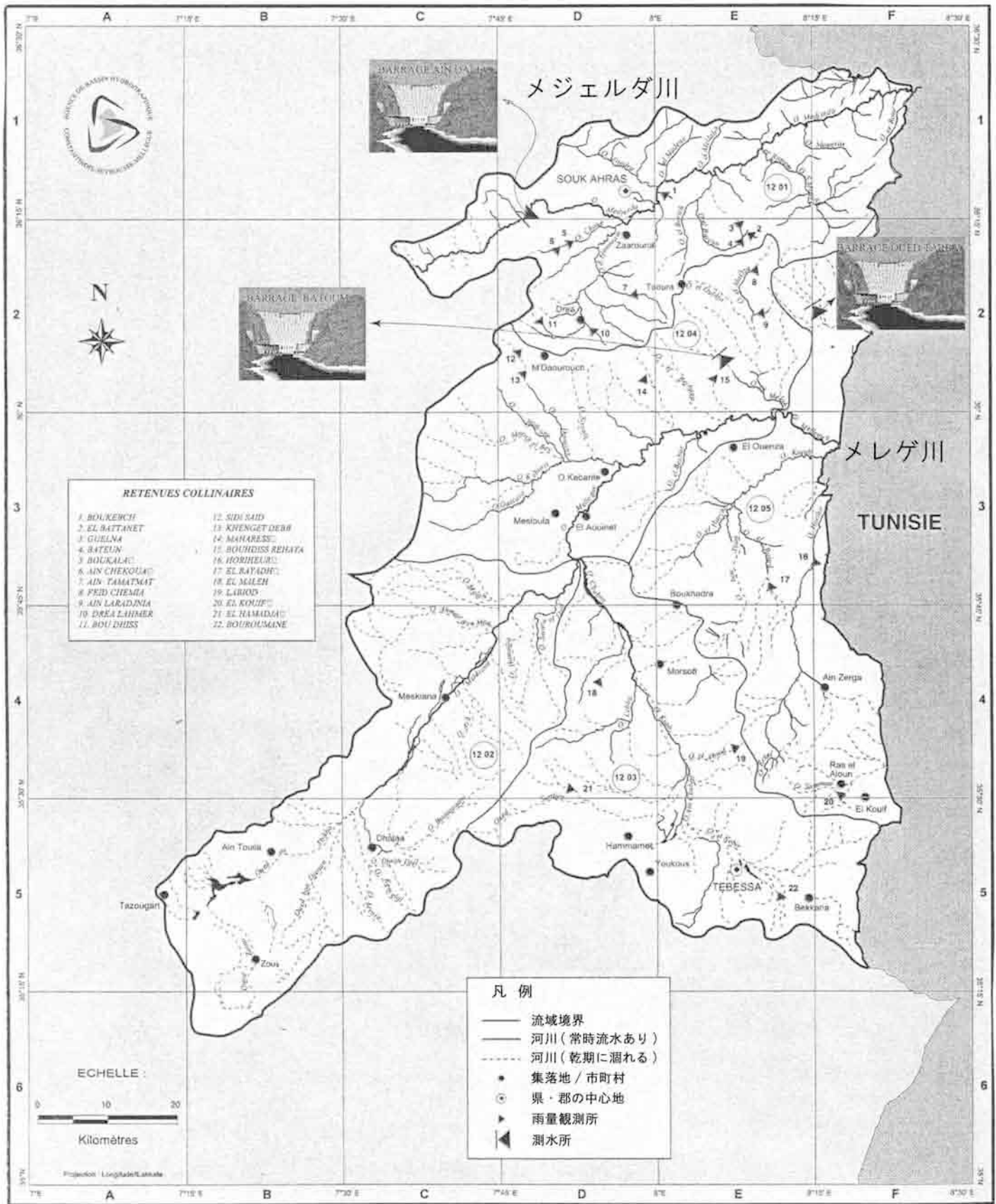


図 5-1-2 アルジェリア国側のメジエルダ川流域内ダム位置図

第 6 章 本格調査への提言

6 - 1 調査の目的及び対象区域

(1) 目的

本調査は、チュニジア国メジェルダ川流域において、地域住民への安定的な水の供給に配慮しつつ、洪水被害が軽減されるよう、以下の 2 点を目的として実施するものである。

- 1) メジェルダ川流域の洪水防御に焦点をあてた総合流域水管理のためのマスタープランを策定する。
- 2) チュニジア側の C/P に対して、調査やトレーニングプログラムへの直接参加を通して洪水防御に焦点をあてた総合流域管理に関する技術移転を行う。

(2) 対象区域

メジェルダ川流域全域を対象とする。但し、調査に必要な場合は、その他の関連区域も含むものとする。

6 - 2 調査対象項目・内容

本件調査は、2006 年 6 月 28 日に署名・交換された Scope of Works (S/W) 及び協議議事録 (M/M) に基づき実施するものであり、下記に述べる調査を実施するものとし、調査の進捗に応じ、「 6 - 3 調査報告書、調査工程、要員構成、及び実施体制」に記載の調査報告書を作成し、先方政府に対して説明・協議を行うものとする。本格調査は、調査の全工程 (約 23 ヶ月間) を 2 つのフェーズに分けて次の通り実施する。

- フェーズ 1 : 調査に係わる現状の把握とマスタープラン作成のためのフレームワークの策定
- フェーズ 2 : 洪水防御に焦点をあてた総合流域水管理のマスタープラン作成

なお、本件調査の実施における洪水防御に焦点をあてた総合流域水管理のマスタープランの策定には、水資源開発 / 利用、流出土砂、及び流域環境の長期的なバランスを配慮するものとする。

下記の調査項目・内容は、基本的には時系列 となっているが、各項目の作業期間には長短があり、また並行作業や継続作業もあるので、必ずしも一つの項目で終わって次の項目へ進むということではないことに留意するものとする。

フェーズ1：調査に係わる現状の把握とマスタープラン作成のためのフレームワークの策定

【国内準備作業】

- (1) 入手済既存資料の分析及び質問票案の作成
- (2) インセプション・レポート(IC/R)の作成・提出

【第1次現地調査】

- (1) IC/Rの説明・協議
- (2) 情報・データ収集・分析
 - 水管理に係わる政策、法令など
 - 水管理に係わる関係機関・グループ
 - 地図類及び空中写真
 - 社会・経済・土地利用状況
 - 気象・水文状況(降雨、水位、流量、流砂量など)
 - その他の自然状況(地形、地質、土壌など)
 - 河川状況(河道変遷、河川断面など)
 - 環境状況(水質、生態、動植物、社会慣習、保護・保全地区など)
 - 水需要供給バランス状況
 - 洪水・濁水被害状況
 - 河川・水管理施設(洪水防御施設、ダム、取水工・ポンプ場、橋梁、導水路、上水施設、下水・排水施設、灌漑施設など)
 - 水資源・洪水管理システム(システム・施設の運転維持管理、洪水予報・警報・避難など非施設の治水対策など)
 - 流域保全(侵食対策、植林、農地保全など)
 - 本件調査の水管理に係わる過去及び今後の調査・計画・プロジェクトの報告書など
 - その他関連情報・資料
- (3) 現地状況把握踏査(直接現地訪問して状況確認と把握、聞き込みも行う)
 - 流域自然状況(地形、地質、土壌など)
 - 社会・経済・土地利用状況
 - 河川状況(河川断面、河道変遷、河川利用など)
 - 河川・水管理施設(洪水防御施設、ダム、取水工・ポンプ場、橋梁、導水路、上水施設、下水・排水施設、灌漑施設など)
 - 洪水氾濫被害状況(過去の氾濫状況実態)
 - 洪水予報・警報・避難状況

- 環境状況（水質、生態、動植物、社会慣習、保護・保全地区、廃棄物など）
- （４）個別詳細現地調査（再委託可能調査）
 - 調査１：河川測量
 - 調査２：洪水氾濫・被害調査
 - 調査３：水管理施設インベントリー調査
 - 調査４：環境調査
- （５）プログレス・レポート（P/R1）の作成・説明・協議（フェーズ１の中間段階で作成）
- （６）解析
 - 流出解析
 - 洪水・氾濫解析
 - 土砂流出・堆積解析
 - 貯水池等水管理施設オペレーションのシミュレーション
- （７）水資源・洪水・水管理に係る課題の抽出と分析
- （８）洪水防御に焦点をあてた総合流域管理のマスタープラン作成のためのフレームワーク策定
- （９）インテリム・レポート（IT/R）の作成・説明・協議（フェーズ１の最終段階で作成）
- （１０）第１回ワークショップ／セミナーの開催（必要に応じて、ステークホルダーとの協議も同時開催、IT/Rの説明・協議の段階で実施）

フェーズ２：洪水防御に焦点をあてた総合流域管理のマスタープラン作成

【第２次現地調査】

- （１）洪水防御に焦点をあてた総合流域管理計画代替案の作成・検討
- （２）プログレス・レポート（２）（P/R(2)）の作成・説明・協議（フェーズ２の中間段階で作成）
- （３）マスタープラン策定
 - 洪水量配分
 - 流域保全計画
 - 洪水防御対策計画
 - 水管理オペレーション計画
 - 水資源開発計画
 - 水資源管理計画（モニタリング体制構築、法制度改善、流域保全、土地利用計画、住民参加、水利権への提案など）
 - 概略施設設計
 - 概略事業費積算、事業実施工程の作成、段階別事業実施計画

M/Pの全体評価（技術面、経済・財務面、社会環境面など）

- (4) 環境影響予備調査
- (5) ドラフトファイナル・レポート(DF/R)の作成・説明・協議（フェーズ1の最終段階で作成）
- (6) 第2回ワークショップ/セミナーの開催（必要に応じて、ステークホルダーとの協議も同時開催、DF/Rの説明・協議の段階で実施）

【国内整理作業】

- (1) ファイナル・レポート(F/R)作成・提出（チュニジア側からのコメントを受けて作成）

6 - 3 調査報告書、調査工程、要員構成、及び実施体制

(1) 調査報告書

次のレポートを作成して提出する。

- ・ インセプション・レポート：20部、調査開始時
- ・ プログレス・レポート（1）：20部、フェーズ1 中間時
- ・ インテリム・レポート：20部、フェーズ1 終了時
- ・ プログレス・レポート（2）：20部、フェーズ2 中間時
- ・ ドラフトファイナル・レポート：20部、フェーズ2 終了段階時
- ・ ファイナル・レポート：50部、フェーズ2 終了段階時（ドラフトファイナル・レポートのコメント後）

なお、レポートは、英語で作成するものとする。但し、ドラフトファイナル・レポート及びファイナル・レポートについては、フランス語訳版も作成するものとする。

(2) 調査工程

本調査は、平成18年11月初めに開始し、約23ヶ月後の平成20年9月末の終了を目途とする。調査は、6 - 2で説明済みであるが、基本的に次の2フェーズに分けて行うものとする。

- フェーズ1：調査に係わる現状の把握とマスタープラン作成のためのフレームワークの策定
- フェーズ2：洪水防御に焦点をあてた総合流域水管理のマスタープラン作成

フェーズ1は、ほぼ11ヶ月間で終了するものとし、その後の約12ヶ月でフェーズ2が行われることを目途としている。なお、年度替りの4月は契約の都合上、現地再委託調査を除き、調査団員による調査は中断するものと想定している。調査工

程及び各報告書の作成時期は、目途として次図に示すとおりとする。

調査工程

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
フェーズ1	←											→											
フェーズ2											←												→
報告書	△						△				△				△					△			△
	IC/R						PR1/R				I/R				PR2/R					DF/R			F/R

(3) 要員構成

調査団は、次の各分野を担当するメンバーから構成される予定である。

(現時点で参考に記入した団員)

- 総括 / 水管理・治水
- 洪水対策
- 水文・水理シミュレーション
- 貯水池運用
- 河道・流域保全
- 施設設計・積算
- 経済・財務
- 環境社会配慮
- 警戒・避難対策 / 防災対策

(4) 調査実施体制

本格調査は JICA により選定されたコンサルタントが実施する。調査団は、JICA 本部及び JICA チュニジア事務所の調査団として位置する。

チュニジア側実施機関は農業水資源省(MARH)である。本調査実施にあたっては、調査を効率的かつ円滑に実施するために、ステアリングコミティーが設置される。同コミティーは、調査の進捗を把握し、必要に応じて、政策、規則、手続き等に関してガイダンスを行い、調査の改善と支援を行うものである。ステアリングコミティーのメンバーとしては、農業水資源省の代表を議長として、次のような機関の代表者が予定されている。

- 農業水資源省(MARH)
 - ダム・大規模水利施設局 (DG/DGTH)
 - 国際協力局
 - 水資源局 (DG/RE)
 - 農業調査・開発局 (DG/ACTA)

- 環境・持続的開発省
- 施設省
- 外務省

また、調査団には、カウンターパートチームが構成されることになっている。次のような機関からのメンバーが予定されている。

- 農業水資源省(MARH)本部(ダム・大規模水利施設局、水資源局、土地管理保全局、農業調査・開発局、森林局)
- 農業水資源省(MARH)地方事務所: Bizerte、Beja、Jendouba、Ariana、Manouba、Kasserine、Le Kef、Siliane)
- 他の省の関係部局(環境・持続的開発省、運輸省、施設省)
- 大学・教育研究機関(ESIRR、INAT)

また、日本側の大使館、JICA 事務所、JBIC 事務所の他、関係プロジェクト事務所やドナー機関事務所とも、必要に応じ適宜情報交換・協調体制を築くことになる。

6 - 4 本格調査への提言・留意点

本格調査実施に当たっては、次のような点に留意すべきである。

調査範囲・目標年度・計画規模

- ・ チュニジア国は、国全体として、水需給 バランスを図り、水管理を行う国である。メジェルダ川の水資源や水管理施設も、全体の一部としての位置づけが必要である。したがって、メジェルダ川に期待される水資源としての役割と国としての位置づけをチュニジア国側と協議して明確にし、その枠内で洪水対策を検討していく必要がある。
- ・ 既存のダム及びその他の施設に加えて、建設中及び計画中のダム、水路などをどこまで取り入れて調査するかということも明確にする必要がある。また、中小規模のダムは数が多いので、どこまで、あるいはどのように調査に取り入れるかの設定も必要。調査の精度や調査期間などにも配慮して検討する必要がある。
- ・ 計画の目標年度の設定に総合的な検討が必要。EauXXI の対象期間の最終年である 2030 年とすることも一案であるが、現在すでに 2050 年を想定した水収支の計画検討が開始されていることにも配慮が必要。
- ・ 洪水対策の計画規模の設定には、MARH と協議の上決める必要がある。また単に大きければいいというものでもない。規模を大きくすることによって、莫大な非現実的な費用がかかることもある。しかし、既往最大の 1973 年と 2003 年の洪水には対応できるような計画規模は必要となる可能性が高い。

洪水対策・流域保全に関する MARH の考え

- ・ MARH の代表的技術者(部長)は、洪水防御計画での優先検討順位(アイデアレベル)は、洪水の水資源としての利用の観点から次のようであると説明している。

ダムによる洪水調節（新設及び既存ダム活用を含む）

Sidi Salem ダム貯水池上流側から南方への導水（洪水水量の一部を導水して中部～南部で利用）

Sidi Salem ダムの下流区間から Cap Bon 方向へ放水路（古い水路区間利用）（放水路先で貯水又は利用）

河川改修（特に Sidi Salem～河口）、堤防、放水路（海へ直接流す水路）など

河川改修などの順位が低い理由として、「堤防や浚渫・掘削は、建設費が高く、また堤防は大洪水時には破堤すると大被害を及ぼすリスクあり。また、河川改修では利水への効果はない」という説明があった。つまり、メジェルダ川流域の洪水対策に利水への配慮をとり入れることを要求されているが、また一般的な対策でないアイデア（日本の進んだ経験と技術力で提案できるような対策）を期待されている。メジェルダ川における治水計画は、技術的には、様々な方式を組み合わせた代替計画が立案可能であると考えられる。これらの代替案の中から、技術的・経済的・財務的に有利で、自然・社会環境にやさしく、水利用に十分配慮した計画を選定していく必要がある。また、選定される計画は、政策的にも受け入れられる必要があるため、C/P 機関およびステアリングコミッティと十分に協議して決定していく必要がある。

- ・ 以前専門家で派遣されていた岸氏の報告書によると、流域の荒廃が進み、特に農地開発による土砂流出が大きいので、その対策が必要であることを強調している。しかし、MARH の担当部長によると、メジェルダ川流域の保全はチュニア側として計画的に進めており、特に上流部での植林はすでに相当進んでいるので、これに関して新たに提案してもらう必要はないとのこと。また、農地についても、開発を規制しており、例えば、斜面方向での農地整備は禁止され、テラス上に開発しているとのこと。さらに、山地の森林には、乾季の火事による延焼を防ぐための帯状の無林地も設置しているとのこと。しかし、調査団は、問題及び流域を調査することによって、土砂流出・堆砂の原因を明らかにし、必要であれば流域・河道保全の対策を検討すべきである。

洪水氾濫解析について

- ・ 既存の地形図には、一部の地区(町)で 1/2,000 があるが、全体としては 1/50,000 と 1/25,000 になり、1/25,000 でもコンタラインの間隔は、10m（平坦なところは、5m）である。従って、河川測量結果とあわせて、氾濫区域の標高を、これら地形図を使って求める場合、精度上の問題が生じるものと考えられる。
- ・ 洪水解析のデータとして河川・地形測量 データが必要になる。報告書に記述したように、これまでの測量データは一部の区間があるだけで、しかも、河道断面は変動

しているため、古いデータには誤差が大きい。それで、MARH が Sidi Salem ダムから下流側の測量を実施して、JICA 調査団は上流側を行うことで基本的な合意が出ている。MARH の測量実施計画では、8 月末までに、実施する測量計画・仕様の概要を作成して JICA へ提出する。9 月末までに現地測量終了し、10 月末までに測量の成果品を作成して提出する予定になっている(2006 年 7 月現在の予定)。

- ・ MARH の関係機関 INAT では、特に 2003 年の洪水以降、洪水氾濫解析を自ら行っており、さらに今後も継続していく予定になっている。MIKE 11、MIKE 21、HEC-RAS などの解析ソフトが使われている。但し、全体ではなく、主に、Sidi Salem ダムからのある区間である。

チュニジアの水管理に関して

- ・ チュニジア側の水管理は、リスク意識が強く、基本的に 3 年間の連続した渇水を想定している。しかし、リスク対策のために、安全率を上げることで、ダムなどの施設が必要以上に大きくなる又は多くなることになる点にも配慮が必要。比較案を提示して、チュニジア側とコストと安全率の関係で、協議して調整する必要がある。
- ・ 上記に関して、MARH では、渇水確率を 3 年連続で 1/100、2 年連続で 1/30 のように設定しているが、確率解析のベースとなる降雨量データは、月単位になっており(確認必要)、その点では精度が高いとはいえず、リスク管理上バランスがとれていない面があるため検討する必要がある。
- ・ チュニジアでは、規模的にもシステム的にも水利施設が発達している。また、そのデータ管理も比較的進んでいる。しかし、実際のオペレーションでは、既存の各ダム貯水池の利水(灌漑、上水など)容量とその水位についての目安はあるものの明確に設定されていないようで、他のダムの貯水状況、降雨状況など、水系全体状況を把握して、関係機関による協議で、大枠が決められている。日常のオペレーションでは明確なガイドラインやマニュアルがなく、担当部署の経験的な考察で判断されているような状況である。従って、各ダムの容量配分を明確に設定し、最適なオペレーションを検討する必要がある。
- ・ ポンプ、導水路の施設設備の運転維持管理に係わるコストへの配慮も重要である。特に、ポンプ利用の取水と送水には電気代が嵩む。また、施設の維持管理にも、技術者の確保と共に多くの予算を確保しておかねばならない。需要に対して、余裕のありすぎる施設建設は、単にリスクに対する安全度があがるというプラス面の他に、運転維持管理に無駄な費用がかかるということも想定して計画検討をすべきである。

国際河川に関して

- ・ メジェルダ川は国際河川であり、上流側のアルジェリア国への配慮が必要になる。本来水系一貫という基本的条件から、流域全体を調査対象区域として、アルジェリア国側も含めたマスタープラン策定が望ましいが、今回は基本的にチュニジア国側

のみでの計画立案となる。しかし、アルジェリア国側からのワークショップなどへの参画や情報提供を通じて、両方における流域水管理に関する協力を進めていくことが望ましい。また、この件に関しては、チュニジア国側の立場や既存の合同委員会への配慮も必要になってくる。

- ・ アルジェリア国側では、メジェルダ川という、流域面積のより大きい Mellegue 川を含まない場合が一般的な点に留意する必要がある。従って、アルジェリア国では、メジェルダ川-Mellegue 川流域と言ったほうがいい。

環境配慮に関して

- ・ チュニジア国における環境影響評価規則 は具体的な行為を対象としたもので、今回の JICA プロジェクトのようなマスタープラン調査は対象とはなっていない。そのため、本件調査において、チュニジア国環境影響評価手順に準じた環境影響評価書を提出し、承認を求めることは不要である。このことは、チュニジア国環境省国家環境保護庁(ANPE)環境影響審査部で確認済みである。しかし、調査の中で提案される構造物・対策によっては周辺環境に悪影響を 与える可能性もあり、環境社会配慮団員のアサインとローカルコンサルタントの活用により、環境社会配慮を実施する必要がある。
- ・ 本プロジェクトはマスタープラン調査で あり、現段階ではどのような構造物建設が提案されるかは定まっていない。そのため、環境社会配慮に関する本格的な作業は本格調査が始まり、Phase 2 である程度具体的な構造物建設の計画が定まってからになると考えられる。しかし、対象地域は極めて広いエリアであり、高度な土地利用が行われながら、その自然・社会環境は多岐 に富んでいる。そのため、不用意な行為は流域の環境を悪化させる可能性が大きく、Phase 1 の段階から慎重な配慮が必要となろう。具体的には、Phase 1 の段階では、流域全域を対象として資料調査、現地踏査、現地役所、住民等への簡単なインタビューを通じて、対象地域における環境の現況、問題点の把握、マスタープラン策定にあたっての配慮必要事項について、環境面から指摘・提案していく必要がある。
- ・ Phase 2 の段階ではある程度具体的な構造物・行為の建設が提案されるものと考えられる。ただし、本プロジェクトがマスタープランであることから、調査の中で提案される構造物・行為は、数が多く、また概略 的なものであると予想される。そうした構造物・行為のすべてに対して本格的な環境影響評価を 実施することは、技術的・時間的に困難である。また、チュニジア国環境影響評価制度においても、マスタープラン調査は環境影響評価の対象とはなっていない。そのため、Phase 2 調査における環境社会配慮は形式にとらわれず、提案される行為に対して、実質的な環境社会配慮上の問題点の有無とその解決策を図ってゆくことが必要と考えられる。以上のことから、Phase 2 における環境社会配慮は、以下のような内容を実施することが望ましい。

- 提案された建造物等全地点における社会・自然環境現地踏査（現地再委託による）
 - 提案された建造物等全地点における住民インタビュー調査（現地再委託による）
 - チェックリスト等による簡易な環境影響評価
 - 環境社会配慮問題点の把握と対策・代替案の検討
 - ステークホルダーミーティングの開催（上流、中流、下流各1回程度）
- ・ 現在、メジェルダ川は途中で取水される 水量が多いために、平時の河川流量が極めて乏しいものとなっている。また、流域各都市の下水が流入していることから、河川の水質は悪く、また河川敷まで耕作されている所も多いため、河川の自然環境は極めて劣悪なものとなっている。さらに、今回の調査に限れば、先方チュニジア政府の中で、メジェルダ川の生態系保全について、特に注意を払っている様子は認められなかった。また、今回対象地域から離れるものの、北部 Ishkeul 湖は UNESCO から「危機に瀕する世界遺産」として登録されており、危機の原因は Ishkeul 水系からメジェルダ川への送水であるとされている。以上のことから、今回調査における環境社会配慮は、単に構造物が周辺環境に与える影響を勘案するのみならず、流量の配分を通じてメジェルダ川の生態系保全、Ishkeul 湖の環境保全にも配慮したものとすることが望ましい。

データ収集に関して

- ・ MARH では、気象水文を含めて、各種自然条件の観測施設とシステムが比較的良好に出来ている他、そのデータベースも出来ている。従って、基本的なデータの収集と整理については比較的容易であると考えられる。
- ・ 情報資料収集については、比較的協力的な部署や担当者も少なくない。しかし、一方で、情報を出し渋る部署や担当者もある。情報は（資金面での）財産とされている場合も少なくないようである。
- ・ チュニジアでは、他のアフリカ諸国でもある状況と思うが、一般他国では無料で公開されているような情報データを有料としている政府関連機関もある。本件では、気象データを Institute National de la Meteorologie から入手する場合は、有料である（料金表は、収集資料参照）が、MARH からのデータで十分な可能性は高い。
- ・ アルジェリアでの情報資料収集については、短期の訪問でもあり、またチュニジア国側のみでの計画調査のために、情報資料のみ提供してほしいという状況から、少なくとも積極的な協力姿勢はなかった。事前に渡しておいた質問票に関しては、水資源庁からは形式的な回答書が提供され、水資源省からは回答書準備中という説明が行われ、環境省からは何も提供されなかった。しかし、各機関の表面上の対応は比較的良好で、関係部署長が口頭での協議には応じてくれた。
- ・ チュニジアの地理院（CNT）で購入できる 1/50,000、1/25,000、1/200,000 の地

形図の単価は、1枚 11.2 DT、空中写真は1枚 6 DT。但し、購入には、関係政府機関からの申請と防衛庁からの許可が必要で、日数がかかる。空中写真も同様。但し、短期間なら MARH が持っているものを借用できると考える。

技術移転に関して

- ・ チュニジア側は、ある面では高い知識と 経験を持っており、そのレベルを超えた技術の移転が期待されることにも配慮が必要。
- ・ 参考として記しておくが、MARH の担当部長とは何度も協議したが、「そんなに技術知識があり、すでに多くの検討・解析・計画 を自分たちで進めているのなら、日本に協力依頼せずに、自分たちで出来るのではないですか？」と言ったこともある。しかし、その後の協議で、知識は持っていて、コンピュータの利用や解析能力などでは高い面があるが、やはり総合的な分析と計画能力は十分とはいえない面も感じた。
- ・ MARH には、付属している INAT によって、洪水氾濫解析も含めて、各種の研究が進められている。これらの研究成果を活用することで調査に役立つ面があるが、一方で、JICA 調査団には、彼らの研究していない範囲やそれ以上の高度な技術が期待される可能性もある。
- ・ チュニジア側の技術移転に対する要望として、開発するプログラムの他、それに使ったソフトも提供し、さらに自分たちだけで使えるように指導してほしいという考えを持っている。この点については、コンサルタントが会社として購入したり開発したものを提供することは困難であることなどは説明済みであるが、その他については、C/P へのトレーニングが必要である。

その他

- ・ 今年（2006 年）の、断食月（ラマダン）は、9 月であるが、調査のスケジュール管理には、調査期間中のラマダンやその他の休日祭日に配慮が必要。ちなみに、次のような予定になっている。
 - ・ ラマダン 2006 年 9 月 22 日～10 月 22 日、2007 年 9 月 11 日～10 月 11 日、2008 年 8 月 30 日～9 月 29 日。（1，2 日ずれる場合がある。）
 - ・ 7 月～8 月には、多くの人々が長期の休暇をとる。
 - ・ 羊犠牲祭前後の 1 週間（12 月ころ）も休みになる。
- ・ 過去 10 年間以上、先進国及び国際援助機関には、ダム建設反対の潮流があった。しかし、最近になって、世銀として、必ずしもダム建設に反対する立場をとらない場合も出てきており、ダムを含むインフラ整備に対してブレーキをかけ過ぎたという反省が出てきている。但し、我が国では、この方向転換がまだ出来ていないので、ダム計画を進めるには障害が多い。一方、チュニジアでは、ダム建設は必要かつ重要なインフラであり、過去においても、(実施に支障がでるような) 反対や障害があ

ったという情報はない。

本件調査では、計画中及び建設中のものを含めて検討する必要がある他、新たなダム
の提案についても現段階では否定していない。必要なことは最適な洪水対策計画
が立案されることである。

6 - 5 再委託調査業者に関する情報

現地（チュニス）で、ローカルコンサルタント（再委託業者）の調査をした。協力して
くれない場合や、入手できる情報に誤差が大きい場合もあり、比較的多くの業者から情報
を得るように努めた。また、極力その会社を直接訪問して、担当管理者と直接話すように
した。情報が入手できた8社のリストを表6-5-1に整理した。

表 6-5-1 ローカルコンサルタントのリスト(情報収集収集した会社)

仮番号	会社名(略称)	所在地	電話番号(代表)	担当者名	会社概要表	参考情報
A1	(SIAA)Societe d'Ingenierie Abbas et Associes	8 rue de l' Artisanat, Z.I. Charguia 2, BP22, 1080 Tunis Cédex	216-71-940431	Abbas et Associes	あり	小規模だが、代表者の能力理解力高い。MARH解析業務実施中。
A2	(SETOF) Société d' Etudes Topographiques et Foncières	1, rue Jean Jacques Rousseau 1002 Tunis	216 71 846 702	Mr Ahmed TRIGUI General Manager	あり	測量専門。
A3	(CETAF) Cabinet d' Etudes de Topographie et d' Affaires Foncières	14, Rue 8700 - Cité Olympique - 1003 TUNIS	216 71 770384	SGHAIER ALI. Manager	あり	測量専門。
A4	(BTE)Bureau Tunisien des Etudes	5EME ETAGE - ASC. A - COLISEE SOULA EL MANAR 2 - 2092 TUNIS	216 70861703	Saloua triki President Director General	あり	測量専門。
A5	(SCET) SCET-TUNISIE	2, rue Es-Sahab Ibn Abbad. BP16-1002 TUNIS Belvédère	216 71 800 033	Mohamed Slah-Eddine BENSAID, Chairman and General Manager	あり	チュウ国の大規模コンサルタントで、JICA調査の下請け調査などにはあまり興味なし。
A6	(STUDI)	2, rue Metiers 2035 Charguia 2 LA SOUKRA-ARIANA	216 70 839 100	Sami Dallel, Director	作成せず。 但し、関連会社はあり。	チュウ国の最大級規模で、JICA調査の下請け調査などには興味なし。但し、環境調査は関連会社が出来る。
A7	(SERAH) Société d Etude, de Réalisation, d'Aménagement et d'Hydraulique	3, rue Mahmoud El Matri -1002 Tunis	(216) 71 287.04	Le Président Directeur Général A. ELAOUANI-CHERIF	作成せず。	中堅規模
A8	(BET) Bureau d' Etudes Topographiques CHEMEK MOHAMED	Av. Léopol Senghor, Imm. El Wifek, App. N° A53, SOUSSE 4000	216 98 40 40 84	CHEMEK MOHAMED GENERAL MANAGER	あり	MARHからの業務も多い。測量も出来る。

その他の会社(規模内容など確認してないが、過去のJICA調査やインターネットの測量会社のリストなどにあったもの)

SIROS、Biche、CNET、Comete Engineering、Eureka、Hydro Plante
BAUET、BETBEL、BETPF、Precision Topographique